

# AGROALNEXT

2024

## LIBRO DE RESÚMENES CONGRESO AGROALNEXT

GANDÍA, 6 AL 8 MARZO 2024



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*



**UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA**



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA  
MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia



GENERALITAT  
VALENCIANA  
COMISSIÓ D'EDUCACIÓ,  
UNIVERSITAT I OUPASIÓ

**GVA NEXT**

Fondos Next Generation  
en la Comunitat Valenciana

# CONGRESO AGROALNEXT 2024: INNOVACION Y TRASFERENCIA EN EL SECTOR AGROLIMENTARIO ESPAÑOL

## **Editores:**

Raúl Moral Herrero  
M<sup>a</sup> Belén Picó Sirvent  
Francisco Barba Orellana  
Ana M<sup>a</sup> Pérez de Castro  
Luciano Orden  
Jesús A. Fernández Martínez  
Juan Manuel Castagnini  
José A. Sáez Tovar  
Encarnación Martínez Sabater  
Silvia Sánchez Méndez

ORGANIZA: **UPV Y UMH**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

COLABORA: **AULA GANDÍA ESCENA URBANA**



AJUNTAMENT DE GANDIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS DE GANDIA

*Aula Gandia Escena Urbana*

© 2024. Los autores

© 2024. Agroalnext

**AGROALNEXT**

Plan complementario de  
Agroalimentación

Edita: Agroalnext

R. Moral Herrero, M. Picó Sirvent, F. Barba Orellana, A. Pérez de Castro, L. Orden, J. Fernández Martínez, J. Castagnini, J. Sáez Tovar, E. Martínez Sabater, S. Sánchez Méndez

Congreso AGROALNEXT2024: INNOVACION Y TRASFERENCIA EN EL SECTOR  
AGROLIMENTARIO ESPAÑOL Agroalnext, 2024

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares de Copyright.

## COMITÉ ORGANIZADOR

RAUL MORAL HERRERO  
*Universidad Miguel Hernández*

JESÚS ALBA FERNÁNDEZ  
*Universitat Politècnica de València*

MARÍA BELÉN PICÓ SIRVENT  
*Universitat Politècnica de València*

JUAN MANUEL CASTAGNINI  
*Universitat de València*

FRANCISCO BARBA ORELLANA  
*Universitat de València*

JOSE SAEZ TOVAR  
*Universidad Miguel Hernández*

ANA MARÍA PÉREZ DE CASTRO  
*Universitat Politècnica de València*

ENCARNACIÓN MARTINEZ  
SABATER  
*Universidad Miguel Hernández*

LUCIANO ORDEN  
*Universidad Miguel Hernández*

SILVIA SANCHEZ MENDEZ  
*Universidad Miguel Hernández*

## COMITÉ CIENTÍFICO

RAUL MORAL HERRERO  
*Universidad Miguel Hernández*

M<sup>a</sup> DE LA LUZ GARCÍA PARDO  
*Universidad Miguel Hernández*

JUANA FERNÁNDEZ LÓPEZ  
*Universidad Miguel Hernández*

FRANCISCO BARBA ORELLANA  
*Universitat de València*

AMPARO QUEROL  
IATA-CSIC

MARÍA BELÉN PICÓ  
*Universitat Politècnica de València*

LUCIANO ORDEN  
*Universidad Miguel Hernández*

BELÉN FRANCH  
*Universitat de València*

MANUEL VIUDA MARTOS  
*Universidad Miguel Hernández*

JUAN MANUEL CASTAGNINI  
*Universitat de València*

ANA ANDRÉS  
*Universitat Politècnica de València*

ANA MARÍA PÉREZ DE CASTRO  
*Universitat Politècnica de València*

FRANCISCA HERNÁNDEZ  
*Universidad Miguel Hernández*

JOSÉ A. SÁEZ TOVAR  
*Universidad Miguel Hernández*

ENCARNACIÓN MARTÍNEZ  
SABATER  
*Universidad Miguel Hernández*

AMPARO LÓPEZ  
IATA-CSIC

# Índice

## Prólogo

### Comunicaciones orales

- Wp1. Línea 1: Producción primaria sostenible. Transición ecológica.
- Wp2. Línea 2: Garantía de suministro de alimentos sanos, seguros, sostenibles y accesibles
- Wp3. Línea 3: Transición digital del sector agroalimentario
- Wp4. Línea 4: Economía circular

### Posters

- Wp1. Línea 1: Producción primaria sostenible. Transición ecológica.
- Wp2. Línea 2: Garantía de suministro de alimentos sanos, seguros, sostenibles y accesibles
- Wp3. Línea 3: Transición digital del sector agroalimentario
- Wp4. Línea 4: Economía circular

## Prólogo

El proyecto AGROALNEXT integra la investigación y la innovación del sector agroalimentario dentro de un esfuerzo conjunto de apoyo dinamizado por instituciones europeas, estatales y autonómicas. En este contexto la Comunidad Valenciana como integrante clave de este proyecto ha priorizado 43 líneas de investigación punteras dentro de los 4 pilares temáticos de AGROALNEXT como son Producción primaria sostenible. Transición ecológica; Garantía de suministro de alimentos sanos, seguros, sostenibles y accesibles; Transición digital del sector agroalimentario; Economía circular.

La orientación es fundamentalmente aplicada en busca de soluciones de transferencia e innovación hacia la empresa agroalimentaria y por ello es esencial generar un entorno de colaboración público-privada que facilite el contacto con el tejido productivo.

Durante los días 6-8 de marzo de 2024 se celebró el primer congreso “AGROALNEXT2024: INNOVACION Y TRASFERENCIA EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO ESPAÑOL”, con la participación de más de 170 científicos del ecosistema I+D Valenciano en la sede la Universidad Politécnica de Valencia en Gandía para mostrar los avances del proyecto AGROALNEXT, incluyendo avances reales de transferencia y sesiones específicas de coordinación para la transferencia y la innovación.

En este documento se integran dichas contribuciones en formato resumen para su difusión y como evidencia de la actividad desarrollada que tendrá su segunda edición en 2025 en la sede de la Universidad Miguel Hernández de Elche como coordinadora científico-técnica del proyecto AGROALNEXT a nivel de Comunidad Valenciana. Os invitamos también a seguir los avances del proyecto en [agroalnextgva.es](http://agroalnextgva.es)

Los coordinadores de AGROALNEXT-GVA

# **COMUNICACIONES ORALES**

# AGROALNEXT



Línea estratégica 1: Producción primaria sostenible y transición ecológica



## **COMUNICACIONES ORALES**

### **WP1**



## Regulación de la transpiración en tomate ante déficit hídrico mediante el uso de agonistas de los receptores del ácido abscísico

Mayra Sanchez-Olvera, Constanza Martin-Vasquez, Mar Bono, Cristian Mayordomo  
Alberto Coego, Jonatan Illescas-Miranda, Antonio Granell y Pedro L. Rodriguez\*<sup>1</sup>

1: Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP), Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Universidad Politécnica de Valencia, ES-46022 Valencia. \*prodriguez@ibmcp.upv.es

**Palabras clave:** ácido abscísico, receptores de ABA, agonistas, tomate

### Introducción y objetivo

El tomate ocupa el primer lugar entre las especies hortícolas en producción de fruto. A escala mundial, la producción anual de tomates asciende a casi 190 millones de toneladas. En comparación, en todo el mundo se cultivan tres veces más patatas y seis veces más arroz. Sin embargo, casi un 40% se cultiva para la industria procesadora, lo que convierte a los tomates en líder en producto hortícola procesado. De este modo, cada año se procesan cerca de 70 millones de toneladas de tomates en fábricas de las marcas más importantes de la industria alimentaria mundial. Los ingresos del mercado mundial del tomate ascendieron a 190.000 millones de dólares en 2018. Su producción mundial se ha duplicado en los últimos 20 años y España lidera la producción y exportación de tomate fresco en Europa.

El ácido abscísico (ABA) es una hormona importante en la regulación de diferentes procesos del desarrollo vegetal, en la maduración de ciertos frutos y en la respuesta de las plantas al estrés abiótico. La maduración de frutos carnosos como el tomate es un proceso fundamental no solo para asegurar la descendencia a través de las semillas sino también para asegurar la calidad y composición nutritiva del fruto. El etileno es una hormona crucial para regular y desencadenar la maduración del fruto climatérico. No obstante, su interacción con otras hormonas (auxinas, ABA) es importante para la maduración de diversos frutos. Varios estudios en tomate indican que la aplicación exógena de ABA puede acelerar la maduración del fruto. El ABA también es importante en la regulación del metabolismo de la pared celular y retención de agua, afectando a la firmeza del fruto y siendo necesario para tolerar el almacenamiento poscosecha.

La sensibilidad del tomate cultivado a la salinidad y al déficit hídrico perjudica notablemente el rendimiento del tomate. Por ejemplo, el tomate sólo puede tolerar hasta 2,5 dS/m de CE (suelo ligeramente salino), por encima de ese valor se observa un impacto negativo considerable en el rendimiento. En cuanto al déficit hídrico, se observa un impacto negativo en el rendimiento cuando se limita el suministro de agua en un 50% en comparación con el control bien regado. Bajo tales estreses, el rendimiento del tomate y la calidad del fruto se ven muy afectados con diferentes efectos dependiendo de la variedad, la etapa y la duración de la aplicación del estrés y también de la interacción con otras condiciones ambientales como la temperatura, la luz o la humedad relativa. La activación de la ruta del ABA puede ser una estrategia novedosa para mitigar el daño por estrés abiótico, incrementando la producción y la calidad del fruto.

El ABA es percibido por la familia PYR/PYL/RCAR de receptores. Ello conduce a la formación de complejos con el grupo A de proteínas fosfatasa tipo 2C (PP2C), lo que produce la inhibición de PP2Cs y la activación concomitante de tres proteínas quinasas activadas por ABA, denominadas SnRK2s, las cuales fosforilan diversas dianas y activan la señalización por la hormona. Un efecto del ABA es inducir el cierre de estomas en situaciones de escasez hídrica para reducir la pérdida de agua por transpiración. El aumento de ABA endógeno inducido por la sequía es muy eficiente para reducir la pérdida de agua, pero desafortunadamente, la aplicación exógena de ABA no es muy eficaz debido a la fragilidad de su estructura, que es sensible a la luz ultravioleta, y a su rápido catabolismo por diferentes vías. Por tanto, existe un campo emergente para el desarrollo de moléculas que actúen como agonistas de los receptores del ABA pero que tengan una vida media más larga. Estos agonistas son moléculas pequeñas que pueden modular la señalización de ABA de forma oportuna, dinámica y exógena. Además, su persistencia después de la

aplicación exógena debe ser superior a la del ABA. En este trabajo tenemos como objetivo explorar el uso de un agonista de los receptores de ABA en tomate, concretamente iSB09, para reducir la transpiración de la planta ante déficit hídrico (Lozano-Juste et al., 2023)

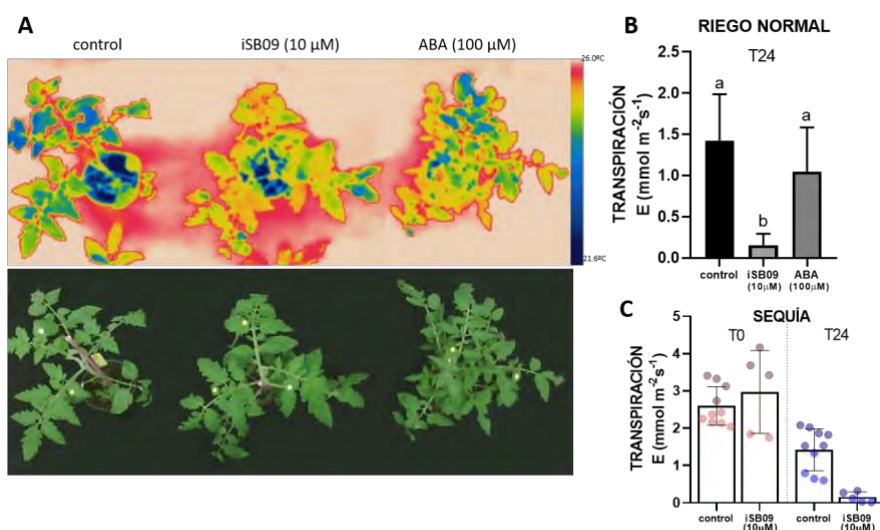
### Material y métodos:

En este trabajo se utilizó *Solanum lycopersicum* cultivar MoneyMaker. Las plantas se crecieron en macetas de 0,5 L utilizando sustrato universal y se colocaron en una cámara de crecimiento en día largo (16:8 h luz/oscuridad) con condiciones controladas: temperatura 26:20°C (día noche), humedad 60%.

Los análisis de intercambio de gases se llevaron a cabo en hojas de tomate completamente desarrolladas (N = 30). La fotosíntesis (Pn), el CO<sub>2</sub> intracelular (Ci), la conductancia estomática (gs) y la tasa de transpiración (E) se midieron utilizando un analizador de gases infrarrojo portátil (LCi-T). Las mediciones se realizaron a una concentración ambiental de CO<sub>2</sub> (400 ppm), una densidad de flujo de fotones fotosintéticos (PPFD) de 1000 μmol m<sup>-2</sup> seg<sup>-1</sup> (optimizada con una curva de luz) y un flujo de aire de la cubeta de 500 ml min<sup>-1</sup>. También se midieron la conductancia estomática (gs) y la eficiencia cuántica del fotosistema II (Φ PSII) en hojas utilizando un porómetro/fluorímetro portátil LI-600 (LICOR). Las mediciones se llevaron a cabo a una concentración ambiental de CO<sub>2</sub> y una densidad de flujo de fotones fotosintéticos (PPFD) de 150 μmol m<sup>-2</sup> seg<sup>-1</sup>.

### Resultados y conclusión:

Hemos utilizado termografía de IR en tomate para medir la bioactividad de iSB09 como antitranspirante (Lozano-Juste et al., 2023). La pulverización foliar de iSB09 mostró un efecto antitranspirante superior al del ABA, según revela la termografía de IR tras 24 h de aplicación (Figura 1A). La termografía permite cuantificar la temperatura de la hoja, que es un indicador indirecto de la apertura estomática. Para obtener mediciones directas del efecto de iSB09 sobre la función estomática, utilizamos el porómetro LI-600 para obtener parámetros de conductancia estomática (gs) y transpiración después de la aplicación del agonista en condiciones de riego normal (Figura 1B). Aplicamos soluciones control sin agonista, o bien suplementadas con ABA 100 μM o iSB09 10 μM a plantas de tomate y, por ejemplo, medimos la transpiración 24 h después de la aplicación (Figura 1B). La dosis de 10 μM de iSB09 mostró un efecto claro en la reducción de la gs y la transpiración, que se mantuvo después de



**Regulación de la transpiración de tomate mediante un agonista de los receptores del ABA.** A. Termografía de IR en tomate después de 24 horas del tratamiento, control sin agonista, iSB09 o ABA. B. Transpiración de las plantas 24 horas después de la pulverización con riego normal. C. Transpiración de las plantas 24 horas después de la pulverización en condiciones de sequía.

24 h. Por el contrario, con una dosis de 100 μM, el ABA no mostró un efecto significativo después de 24 h (Figura 1B). Esta corta persistencia del ABA tras aplicación exógena es debido a su sensibilidad a los rayos UV y al catabolismo en las plantas. En condiciones de sequía, la aplicación de 10 μM iSB09 incrementaba el efecto sobre el cierre de estomas y reducía marcadamente la transpiración de la planta (Figura 1C)

**Conclusión:** Estos experimentos muestran que la molécula iSB09 es activa en tomate, actuando como un agonista de los receptores de ABA de tipo PYL1. La actividad de la molécula sobre el cierre de estomas se midió mediante termografía de IR y medidas de gs y transpiración. Su comparación con el efecto del ABA aplicado mediante pulverización, indica que iSB09 es más efectivo y persistente que el ABA. Estos resultados sugieren que este agonista podría ser utilizado como sustituto del ABA para reforzar la respuesta del tomate al estrés hídrico o bien para regular la maduración del fruto.

### Referencias:

Lozano Juste et al., (2023). Structure-guided engineering of a receptor-agonist pair for inducible activation of the ABA adaptive response to drought. *Science Advances* 9, eade9948. doi: 10.1126/sciadv.ade9948

### Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y contó con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana.

## OPTIMIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE ENCAPSULACIÓN DEL ÁCIDO SALICÍLICO PARA UN ESCALADO INDUSTRIAL SOSTENIBLE

Jimmy Sampedro-Guerrero<sup>1,2</sup>, Vanessa A. Avendaño<sup>1,2</sup>, Andrea Dalmau-Balaguer<sup>1</sup>, Aurelio Gómez-Cadenas<sup>1</sup>, Carolina Clausell-Terol<sup>2,\*</sup>.

1: Departamento de Biología, Bioquímica y Ciencias Naturales, Universitat Jaume I, 12071 Castellón de la Plana, Spain

2: Departamento de Ingeniería Química, Instituto Universitario de Tecnología Cerámica, Universitat Jaume I, 12071 Castellón de la Plana, Spain

\*autor de correspondencia: cclausel@uji.es

**palabras clave:** diseño factorial, fitohormonas, quitosano, secado por pulverización, sílice amorfa

### Introducción y objetivo

El cambio climático conduce a alteraciones extremas en el clima, incluyendo períodos de frío intenso, sequías, olas de calor, lluvias extremas e inundaciones. Estos eventos desfavorables pueden afectar a las plantas, alterando su tasa de crecimiento y desarrollo. La percepción de estímulos externos está regulada por fitohormonas, entre ellas el ácido salicílico (SA), que regulan respuestas de crecimiento y defensa. Las fitohormonas encapsuladas han ganado atención como un novedoso tratamiento paliativo para las plantas sometidas a estrés ambiental. Existen varios métodos para encapsular biomoléculas, y entre ellos, la atomización de suspensiones ha surgido como un proceso especialmente atractivo.

En un estudio previo realizado en el Grupo de Ecofisiología y Biotecnología de la Universitat Jaume I, se formularon muestras encapsuladas de SA con sílice/quitosano en diferentes proporciones, y se analizaron sus características físico-químicas, dando como resultado un prometedor producto antifúngico [1]. Sin embargo, se desconoce si la temperatura de pulverización afecta a la estructura y propiedades del SA. Por tanto, este estudio tiene como primer objetivo, formular muestras encapsuladas de SA utilizando un solvente orgánico para reducir la temperatura de trabajo durante la etapa de atomización.

El segundo objetivo se centra en optimizar las dos operaciones unitarias implicadas en el proceso de encapsulación: molienda vía húmeda y secado por atomización. Para ello, se emplea un diseño experimental con un análisis factorial fraccionado de dos niveles para analizar el impacto de las variables clave del proceso: i) contenido en sólidos, ii) velocidad de molienda, iii) tiempo de molienda, iv) temperatura de secado, v) velocidad de alimentación de la suspensión y vi) flujo de aire de secado. El objetivo general es discernir las variables que afectan en mayor medida al proceso y determinar sus valores óptimos para el proceso de encapsulación. Esta optimización tiene un doble propósito: reducir el consumo energético y minimizar la huella ambiental del proceso a escala industrial.

## Material y métodos

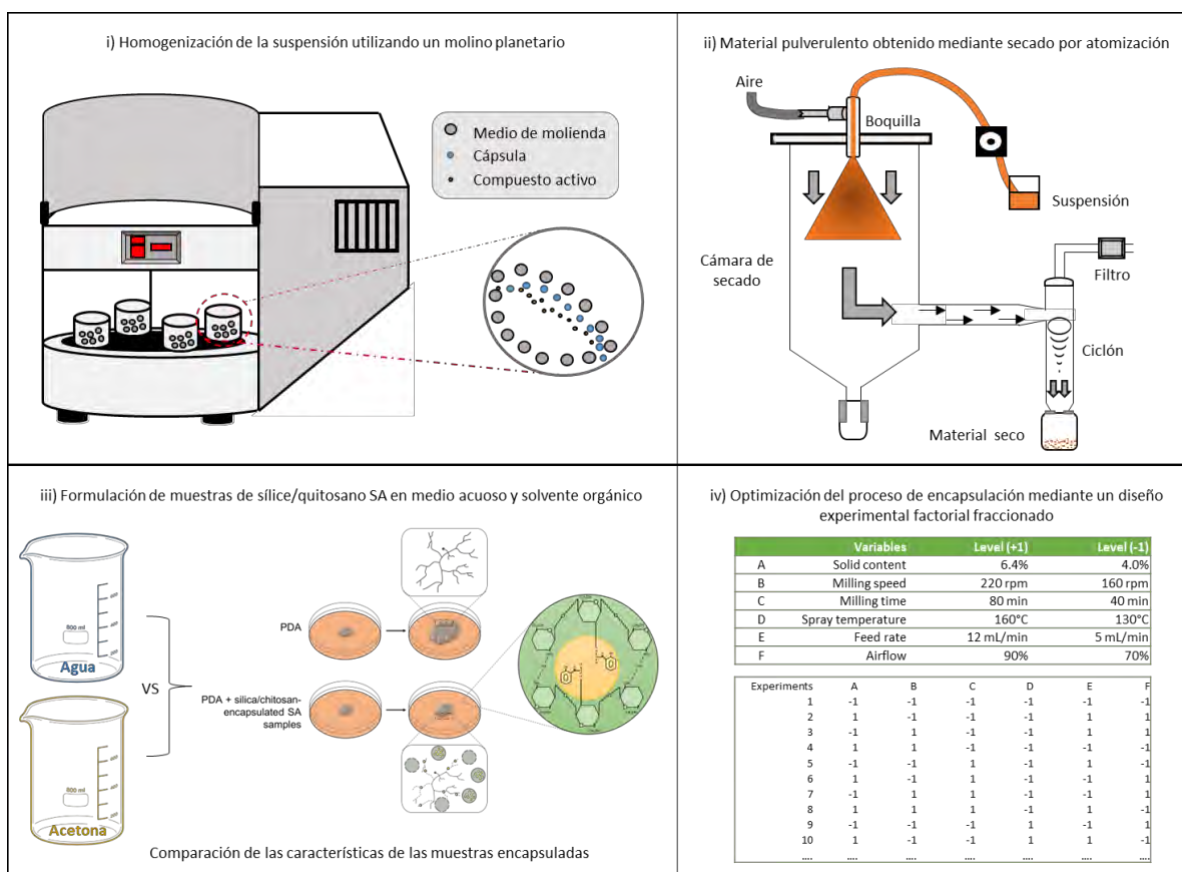


Figura 1. Metodología general empleada

## Resultados y conclusión

Los resultados revelan que no es necesario usar un solvente orgánico para reducir la temperatura durante la atomización, puesto que el potencial antifúngico de las muestras de SA encapsulados no mejoró. Los encapsulados formulados con acetona inhibieron de manera efectiva el crecimiento micelial de *Alternaria alternata* y *Penicillium digitatum* en aproximadamente un 50%.

Por otro lado, la optimización del proceso de encapsulación reveló que las variables más influyentes son el contenido en sólidos y la velocidad y tiempo de molienda. Estas tres variables desempeñan un papel crucial en la homogeneización del material y condicionan el desgaste por molienda. Un contenido en sólidos bajo, junto a una mayor velocidad y tiempo de molienda, sobredimensiona el rendimiento y la eficiencia de encapsulación, afectando asimismo a la humedad y la superficie específica de los encapsulados.

De la misma forma, la velocidad de alimentación, el flujo de aire y la temperatura de pulverización son críticos para el secado adecuado de las suspensiones. Una velocidad de alimentación rápida, combinada con un bajo flujo de aire, no proporciona el tiempo necesario para un secado adecuado del material, lo que conduce a su adherencia a las paredes. Estas complicaciones durante el proceso de atomización se traducen en valores bajos en la eficiencia de encapsulación del SA y la disminución de su efecto antifúngico.

El diseño experimental factorial fraccionado permitió optimizar las variables del proceso, mejorando la encapsulación y las propiedades finales de los encapsulados. Estos resultados son un punto de partida valioso para formular otras moléculas derivadas de plantas que tiene un papel crucial en la tolerancia al estrés.

## Referencias

- [1] J. Sampedro-Guerrero, V. Vives-Peris, A. Gomez-Cadenas, C. Clausell-Terol, Improvement of salicylic acid biological effect through its encapsulation with silica or chitosan, *Int. J. Biol. Macromol.* 199 (2022) 108–120. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.12.124>.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/010), parcialmente financiado por el MCIN con fondos NextGenerationEU de la Unión Europea (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.

# ESTUDIO DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA EN MUESTRAS REFRIGERADAS DE CONEJO: EJEMPLO DE SINERGIA ENTRE PROYECTOS AGROALNEXT

Serrano-Jara D.<sup>1\*</sup>, Gacem S<sup>2</sup>, Argente MJ<sup>1</sup>, Silvestre MA<sup>2</sup> y García ML<sup>1</sup>

1: Instituto CIAGRO-UMH, Ctra. Beniel km 3.2, 03312 Alicante, España.

2: Departamento de Biología Celular, Biología Funcional y Antropología Física, Universitat de València, 46100 Valencia, Spain.

\*e-mail: d.serrano@umh.es

**Palabras clave:** calidad espermática, conejo, resiliencia.

## Introducción

En la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) se está llevando a cabo un experimento de selección divergente para la variabilidad del tamaño de la camada al nacimiento ( $V_e$ ). Las líneas divergentes de baja (L) y alta (H) variabilidad se seleccionan para disminuir y aumentar la  $V_e$  respectivamente, y se ha demostrado que es una metodología para la mejora por resiliencia (Argente *et al.*, 2019). El proyecto AGROALNEXT/2022/037 tiene como uno de sus objetivos estudiar la respuesta correlacionada a la selección en la calidad espermática de los machos de estas líneas cuando están sometidos a condiciones de estrés térmico. Por otro lado, el proyecto AGROALNEXT/2022/063 se está desarrollando en la Universitat de València (UV) y tiene como objetivo general estudiar la evolución de diferentes parámetros espermáticos y el perfil proteico de los espermatozoides durante la conservación, así como su capacidad predictiva de la fertilidad (Gacem *et al.*, 2023). Ambos proyectos se ubican en el WPI: producción primaria sostenible. Transición ecológica. El programa AGROALNEXT potencia las sinergias entre los grupos participantes. Así, con la participación en el primer Workshop del 4 de mayo de 2023 se observó la posibilidad de complementar las capacidades de ambos proyectos y se decidió establecer objetivos en un marco de cooperación entre ambos proyectos.

El objetivo de esta colaboración es el estudio de la calidad espermática de las líneas seleccionadas divergentemente por  $V_e$  mediante diferentes sistemas CASA, citometría de flujo y proteómica. En este trabajo, presentamos los primeros resultados relativos al volumen de muestras y metodologías aplicadas.

## Material y métodos

En la figura 1 se detalla el diseño experimental para aprovechar las sinergias entre ambos proyectos. Se utilizaron las líneas L y H en Junio-Julio (SET) sin estrés térmico y en Septiembre-Octubre (CET) con estrés térmico. Las muestras se recogían mediante vagina artificial atemperada a 45°C. Después de hacer una valoración macroscópica, en los eyaculados aptos se midió el volumen y el pH. Las muestras de semen se diluyeron con Tris-ácido cítrico-glucosa. Los parámetros de motilidad se evaluaron mediante microscopio de contraste de fases y un sistema de análisis de espermático asistido por ordenador (Sperm Class Analyzer, S.C.A., Microptic, Barcelona) con 50 frames/s. Los porcentajes de espermatozoides móviles totales (MT), velocidad curvilínea (VCL), velocidad rectilínea (VSL), velocidad de trayectoria promedio (VAP), índice de linealidad (LIN), rectitud (STR), amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza, (ALH) oscilación y frecuencia de batido (BCF) fueron evaluados. Además, se ha analizado la morfometría de la cabeza del espermatozoide midiendo la longitud, anchura, área, perímetro, elipticidad, elongación, rugosidad, regularidad,

porcentaje de acrosoma y porcentaje de acrosoma normal.

Las muestras fueron diluidas con diluyente para una concentración estándar de 25 millones/ml. Se obtuvieron 2 alícuotas que fueron refrigeradas a 4°C. Una alícuota se envió a la UV y la otra se quedó en la UMH. Después de 24 h, las muestras fueron de nuevo valoradas tanto en la UMH como en la UV. En la UMH se valoró de nuevo la motilidad y cinética de las muestras refrigeradas.

En la UV, se valoró la motilidad con un microscopio de contraste y un programa de inteligencia artificial a 120frames/s (AI station, Valencia, España). Se midió el porcentaje de MT, PROG, VCL, VSL, VAP, LIN y STR. Las variables de citometría estudiadas fueron la viabilidad, potencial de membrana y ROS mitocondriales y el estado del acrosoma. Las muestras se evaluaron en el Servicio Central de Soporte a la Investigación Experimental (SCSIE) con el citómetro de flujo BD LSRFortessa equipado con 5 láseres. Un mínimo de 10.000 espermatozoides se analizó para cada muestra. Para ello, se usó preparación fluorescente de DAPI/ Mitotracker Deep Red / Mitosox. Igualmente, también se evaluó la viabilidad y reacción acrosómica del espermatozoide mediante la tinción ISAS®3Fun. El estudio proteómico se hizo en la unidad de proteómica de la UV (miembro de la PRB2-ISCIH ProteoRed Proteomics Platform), usando el método SWATH-MS (Gacem *et al.*, 2023). Las muestras se han agrupado en pools entre diferentes animales y réplicas.

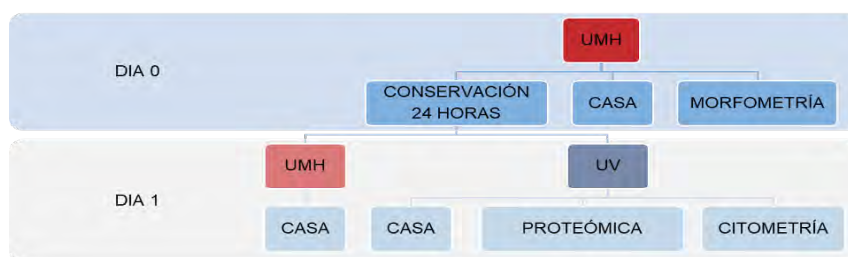


Figura 1. Diseño experimental

## Resultados

Se han utilizado un total de 46 machos, 23 de la línea H y 23 de la línea L en la UMH y el número de muestras enviadas a la UV ha sido de 126 en un total de 8 envíos, 4 en los meses de Junio-Julio y 4 más en los meses de Septiembre-Octubre. La espermatogénesis en conejo tiene una duración aproximada de 1 mes. Las temperaturas y humedad relativa 1 mes antes de la toma de muestras fue de 17,5°C y 77,2% (SET) y de 27,3°C y 87,7% (CTE), respectivamente. De las 126 muestras enviadas se descartaron las muestras muy sucias o contaminadas. Al final se analizó 120 muestras para movilidad y citometría de flujo. Con las muestras se hicieron pools (20 muestras, 5 muestras por cada grupo H-SET; L-SET; H-CET y L-CET) para el análisis del proteoma. En la actualidad se están preparando las bases de datos para analizarlos con metodología bayesiana.

En conclusión, se ha establecido una colaboración entre proyectos AGROALNEXT que ha permitido su potenciación.

## Referencias

Argente M.J., García M.L., Zbynovska M., Petruska P., Capcarova M., Blasco A. 2019. Correlated response to selection for litter size environmental variability in rabbits' resilience. *Animal* 13: 2348 - 2355.

Gacem S., Castello-Ruiz M., Hidalgo C.O., Tamargo C., Santolaria P., Soler C., Yániz J.L., Silvestre M.A., 2023. Bull Sperm SWATH-MS-Based Proteomics Reveals Link between High Fertility and Energy Production, Motility Structures, and Sperm–Oocyte Interaction. *J. Proteome Res.* 22, 3607–3624.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT/2022/037 y AGROALNEXT/2022/063 y ha sido financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la GVA.

## LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROLINA ENCAPSULADA AUMENTA LA TOLERANCIA DE ARABIDOPSIS A LAS ALTAS TEMPERATURAS

Vanessa A. Avendaño <sup>1,2</sup>, Jimmy Sampedro-Guerrero <sup>1,2</sup>, Andrea Dalmau-Balaguer <sup>1</sup>, Carolina Clausell-Terol <sup>2</sup>, Aurelio Gómez-Cadenas <sup>1,\*</sup>.

1: Departamento de Biología, Bioquímica y Ciencias Naturales, Universitat Jaume I, 12071 Castellón de la Plana, Spain

\*autor de correspondencia: aurelio.gomez@uji.es

2: Departamento de Ingeniería Química, Instituto Universitario de Tecnología Cerámica, Universitat Jaume I, 12071 Castellón de la Plana, Spain

**palabras clave:** adaptación vegetal, fitohormonas, osmolitos, quitosano, sílice

### Introducción y objetivo

Las plantas se encuentran permanentemente sujetas a estreses abióticos y bióticos, por lo que han desarrollado mecanismos adaptativos complejos. Los estreses abióticos, tales como, la sequía, la salinidad y las temperaturas extremas, son las causas principales de la disminución de la producción agrícola a nivel mundial, y se prevé que su incidencia aumente debido al cambio climático. En concreto, el estrés por calor perturba el equilibrio celular, obstaculiza el crecimiento y desarrollo vegetal, y conduce a la esterilidad y disminución del rendimiento.

En condiciones de estrés por calor, las plantas exhiben numerosos mecanismos de defensa, destacando el aumento de la síntesis de proteínas de choque térmico y la síntesis de fitohormonas, así como la producción de varios metabolitos que actúan como osmoprotectores. Cuando las plantas se someten a estrés térmico, se produce la síntesis de prolina por inducción de la pirrolina-5-carboxilato sintasa (P5CS), lo que conduce a la acumulación subsiguiente de este aminoácido, mejorando la tolerancia de las plantas y mitigando el daño oxidativo.

Los efectos beneficiosos de la prolina se pueden potenciar mediante técnicas de liberación retardada. En estudios realizados por el Grupo de Ecofisiología y Biotecnología de la Universitat Jaume I, se demostró que es posible potenciar el efecto protector de varios fitoreguladores mediante su encapsulación y liberación controlada [1]. El objetivo principal de este trabajo consiste en desarrollar nuevas formulaciones de prolina encapsulada con diferentes materiales de recubrimiento para aumentar la tolerancia de las plantas de Arabidopsis al estrés por calor.

## Material y métodos

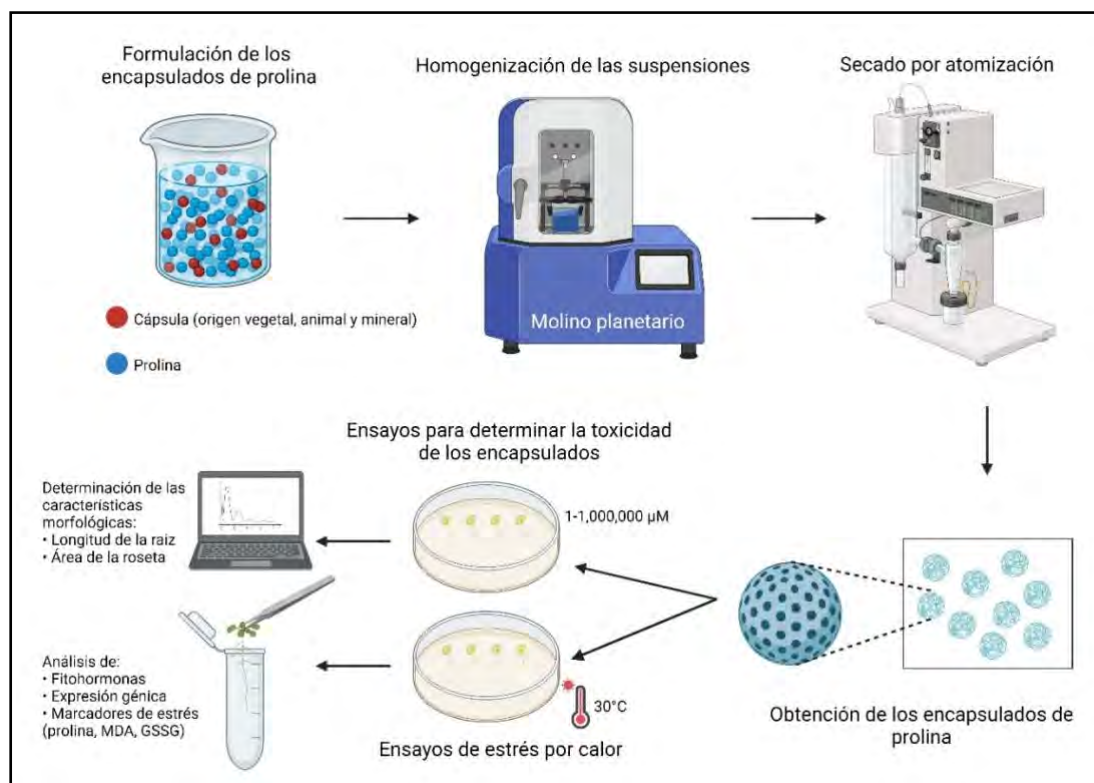


Figura 1. Metodología general empleada.

## Resultados y conclusión

Nuestros resultados revelan que concentraciones de prolina libre superiores a 1mM tienen un efecto tóxico en las plantas tratadas. Sin embargo, las plantas tratadas con prolina encapsulada a estas concentraciones muestran síntomas de toxicidad mucho menores. La encapsulación permite una liberación controlada y prolongada en el tiempo, reduciendo la concentración de prolina disponible en el medio.

Una vez definida la concentración óptima para trabajar con los encapsulados, se procedió a someter plantas de *Arabidopsis* a estrés por calor. Se observó que aquellas que crecieron en medios con prolina encapsulada presentaron una mayor tolerancia al estrés. El análisis morfológico mostró que las plantas tratadas con el encapsulado tenían una mayor longitud de raíz y un mayor tamaño de roseta.

La ausencia de cambios morfológicos extremos observados está relacionada con un menor desequilibrio entre el ácido salicílico (SA) y el ácido indolacético (IAA). Además, las plantas tratadas con prolina encapsulada mostraron una expresión controlada de los principales genes implicados en la ruta de biosíntesis de la prolina (PCR y P5CS1) y una baja expresión de los genes transportadores de la misma (ProT1, ProT2 y ProT3), lo que sugiere un equilibrio entre la acumulación y el catabolismo de la prolina.

De igual manera, en la ruta de desintoxicación de la planta, se observa una sobreexpresión de dos genes implicados en el ciclo Ascorbato-Glutatión (MDHAR1 y DHAR2), en las plantas control y en las plantas tratadas con la prolina encapsulada, a diferencia de las plantas tratadas con prolina libre, donde se observa la supresión de la expresión de dichos genes, lo que sugiere que la planta no puede eliminar eficazmente el peróxido de hidrógeno.

## Referencias

- [1] J. Sampedro-Guerrero, V. Vives-Peris, A. Gomez-Cadenas, C. Clausell-Terol, Improvement of salicylic acid biological effect through its encapsulation with silica or chitosan, *Int. J. Biol. Macromol.* 199 (2022) 108–120. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.12.124>.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/010), parcialmente financiado por el MCIN con fondos NextGenerationEU de la Unión Europea (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.



## MODULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ENRAIZAMIENTO EN RESPUESTA A ESTRÉS ABIÓTICO

Adrián Luque<sup>1</sup>, María Salud Justamante<sup>1</sup>, Pedro Luis Rodríguez Egea<sup>2</sup> y José Manuel Pérez-Pérez<sup>1\*</sup>

1: Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández de Elche, Avda. de la Universidad s/n, 03202 Elche, Alicante. 2: Instituto Universitario Mixto de Biología Molecular y Celular de Plantas, Universitat Politècnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, Valencia.  
e-mail: aluque@umh.es

### Palabras clave

Caracterización fenotípica, sistema radicular, *Arabidopsis thaliana*, ácido abscísico.

### Introducción y objetivo

El cambio climático está provocando condiciones desfavorables para los cultivos debido a problemas con la salinización del suelo, el aumento de las temperaturas, la sequía o la falta de nutrientes debido a la explotación masiva del suelo. Ello implica la búsqueda de estrategias para mitigar esas condiciones desfavorables a través del estudio de las rutas metabólicas y así poder comprender mejor los mecanismos que se encargan de las respuestas adaptativas de las plantas en respuesta a estos estreses.

El objetivo de este trabajo es la implementación de un sistema de caracterización fenotípica para la cuantificación a corto plazo de la respuesta de enraizamiento a distintos estreses en la crucífera modelo *Arabidopsis thaliana*. Ese sistema se ha empleado para el estudio del enraizamiento en la estirpe silvestre Columbia-0 (Col-0) en respuesta a estrés por sequía y salinidad, así como en presencia de inhibidores selectivos del receptor de ácido abscísico (ABA) [1]. Se ha utilizado también para el estudio de la respuesta de enraizamiento a estrés por salinidad y falta de nutrientes en distintos mutantes de *A. thaliana* implicados en esta respuesta [2].

### Material y métodos

Para la estandarización del sistema que hemos utilizado, se han usado semillas del genotipo silvestre Col-0, las cuales se han esterilizado y estratificado durante 2 días. Una vez completado el periodo de estratificación, se han sembrado en placas Petri cuadradas con medio de cultivo GM y se han incubado en vertical durante 5 días en una cámara de cultivo con luz continua. Tras ese periodo, se han transferido 10 plántulas a placas Petri redondas con los siguientes tipos de estreses: ABA (2  $\mu$ M), manitol (60 o 100 mM), NaCl (60 o 100 mM) y polietilenglicol (PEG) (4 o 5%). Tras tres días se escinde el meristemo de la raíz principal (PR) para inducir la formación de raíces laterales (LR). A los 4 días tras el primer corte, se secciona el sistema radicular completo para inducir la formación de raíces adventicias (AR).

Para el estudio de los compuestos agonistas de ABA se utilizó el mismo diseño experimental, pero en el momento de paso a estreses se usan los siguientes medios en base a los resultados previos: 100 mM manitol, 100 mM NaCl, y 4% PEG. Estos estreses se combinaron con los compuestos iSB09 (1 o 10  $\mu$ M) y HB (1 o 10  $\mu$ M).

Para el estudio de las líneas mutantes *ipt3*, *lox1* y *wee1*, una vez esterilizadas y estratificadas las semillas, se incubaron en la cámara de cultivo. A los 6 días se transfirieron 13-15 plántulas a placas Petri cuadradas. A los 7 días de transferirlas a las placas con los estreses, se seccionó el sistema radicular completo para inducir la formación de raíces adventicias.

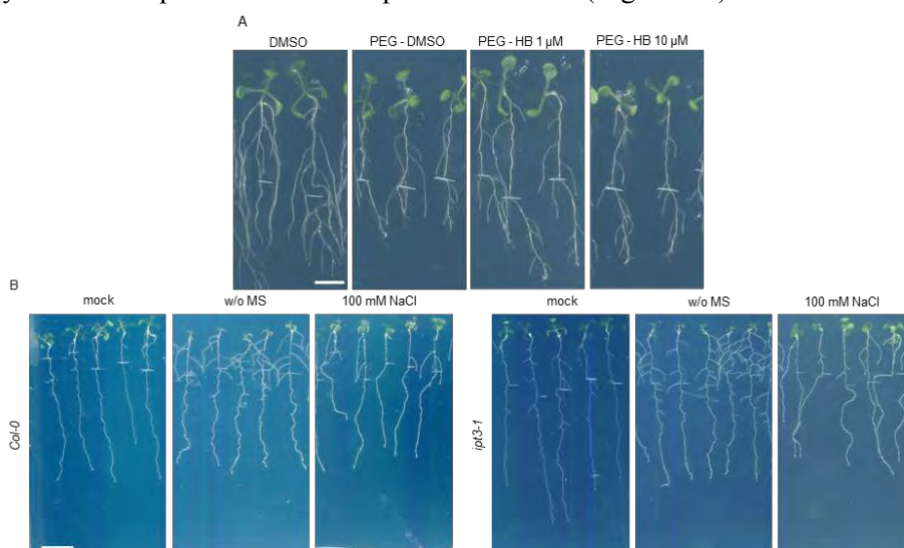
La toma de datos como la longitud y crecimiento de la PR y la longitud de las LR, entre otros, se realiza a través de imágenes obtenidas con un escáner fotográfico y posteriormente procesadas con el

complemento Fiji ImageJ. Mientras que el número de LR y AR se determinó de forma visual utilizando un estereomicroscopio.

## Resultados y conclusión

Este trabajo se basa en tres grupos de ensayos: (1) estandarización de un sistema de caracterización fenotípica en respuesta a estrés simulado, (2) estudio de la respuesta de las plantas tratadas con los compuestos agonistas de ABA (iSB09 y HB) en condiciones de estrés simulado y (3) la implicación de diversos genes en respuesta a estrés.

- 1) Estandarización de un sistema de caracterización fenotípica.
  - Los estreses producen una disminución en el crecimiento de la PR, interfieren en la producción de LR, así como en su longitud, y una disminución en el número de AR.
  - Las condiciones de estreses abióticos adecuadas para observar cambios en el fenotipado radicular fueron 100 mM de NaCl, 100 mM de manitol y 4% PEG.
- 2) Estudio de los agonistas de ABA.
  - Los compuestos iSB09 y HB no son capaces de paliar la disminución del crecimiento de la PR.
  - HB a ambas concentraciones es capaz de disminuir el efecto que provoca el 4% de PEG en la nueva formación de LR (Figura 1A).
- 3) Estudio de genes implicados en respuesta a estreses.
  - En condiciones de falta de nutrientes *wee1* es capaz de producir un mayor crecimiento de la PR, mientras que en *ipt3* se produce una disminución significativa (Figura 1B).
  - Tanto los mutantes como el genotipo silvestre inducen una mayor producción de LR en ausencia de nutrientes, mientras que en *lox1* generan menos LR.
  - En los mutantes *ipt3* sometidos a estrés salino, la longitud de LR es superior a su control y a su vez superior a Col-0 en presencia de sal (Figura 1B).



**Figura 1:** (A) Imágenes representativas de la combinación de compuestos a los 4 días después de la escisión en las condiciones ensayadas. Barra de escala: 5 mm. (B) Imágenes representativas de las líneas estudiadas a los 7 días después del tratamiento en las condiciones analizadas. Barra de escala: 10 mm.

## Referencias

- [1] Lozano-Juste et al. (2023). *Science Advances* 9: eade9948.
- [2] Justamante et al. (2024). Artículo en evaluación.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación de los proyectos AGROALNEXT2021/036 y TED2021-132256B-C22 así como gracias al aporte del material vegetal proporcionado por Tatsuo Kakimoto (Universidad de Osaka, Japón), Lieven De Veylder (Universidad de Ghent, Bélgica), y Carmen Castresana (CNB-CSIC, Madrid).

## DESARROLLO Y SELECCIÓN DE PORTAINJERTOS PARA LA TOMATA VALENCIANA

**María del Rosario Figàs Moreno, Cristina Casanova Calancha, Elena Soler Calabuig,  
Miquel Martínez Busó, Jaime Prohens Tomás, Salvador Soler Aleixandre**

Grup de Conservació i Millora de Varietats Tradicionals Valencianes, Institut de Conservació i  
Millora de l'Agrodiversitat Valenciana, Universitat Politècnica de València.  
Camí de Vera 14, 46022 València.  
e-mail: mfimo@upvnet.upv.es

Palabras clave: germoplasma, tomate, variedades tradicionales

### Introducción y objetivo

La 'Tomata Valenciana' es una variedad tradicional valenciana con excepcionales características de calidad organoléptica. Sin embargo, la productividad de la 'Tomata Valenciana' se ve afectada por la incidencia de enfermedades. En casi todas las campañas es importante la incidencia de virosis como la causada por el virus del mosaico del tomate (*Tomato mosaic virus*, ToMV), hongos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) y nematodos del género *Meloidogyne* (Soler et al., 2010). Es crucial, en este sentido, disponer por parte de los agricultores de portainjertos variedades de 'Tomata Valenciana' mejoradas para resistencia a estas enfermedades. El trabajo que se presenta persigue el objetivo de desarrollar patrones portainjertos para su utilización en la 'Tomata Valenciana'. En concreto portainjertos que muestren un alto nivel de resistencia a FOL y nematodos. Para esto, y en colaboración con la "Associació de Productors i Comercialitzadors de la Tomata Valenciana" (APCTV), se ha llevado a cabo un ensayo de selección de portainjertos desarrollados por los autores.

### Material y métodos

Se utilizaron tres híbridos experimentales de tomate que con anterioridad mostraron comportamiento superior en cultivo ecológico a los portainjertos comerciales. Dos híbridos proceden de cruces interespecíficos (tomate 'De Penjar' (BT02220) x *S. pimpinellifolium* (BT00230)), y (variedad local italiana (BT10170) x *S. habrochaites* (BT00120)) y otro es un híbrido intraespecífico ('Tomata Valenciana' (BT04060) y tomate 'De Penjar' (BT02310)). También se evaluaron los 3 híbridos posibles entre las accesiones (*S. pimpinellifolium* (BT00230), *S. habrochaites* (BT00120) y *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (BT00250)) seleccionadas por vigor y tolerancia a enfermedades del suelo. También se evaluó la línea de mejora SOL.11.2 portadora de los genes *Tm2<sup>2</sup>*, *I2* y *Mi*.

En un invernadero (cultivo ecológico) de la localidad de Borbotó (València) con una incidencia elevada de FOL y nematodos se probaron 18 plantas de cada uno de los híbridos (9) y sus parentales distribuidas al azar en 6 bloques (Tabla 1). Se incluyeron como controles las entradas SL-Meliana-1 ('Tomata Valenciana' tipo "Masclet") y SL-Meliana-2 ('Tomata Valenciana' tipo "Blanca"), así como los controles comerciales 'Olympe-F1' y la variedad 'Moneymaker'. En cada una de las plantas se evaluó, incidencia de *Fusarium* e incidencia de afectación de nemátodos a 30, 60 y 90 días después de trasplante (DDT). También se evaluó el ángulo del bulbo radicular raíz, el diámetro de la raíz principal y la densidad de barbada a los 90 DDT.

## Resultados y discusión

Es de destacar la elevada incidencia de FOL en los materiales de ‘Tomata Valenciana’ BT04060 (50 %), pero sobre todo en las entradas SL-Meliana-1 (88,89 %) y SL-Meliana-3 (72,22 %). En los demás materiales se produjo una incidencia variable desde 0,0 % de la entrada BT00120 y los híbridos SOL.11.2 x BT00120 y SOL.11.2 x BT00230 hasta el 72,22 % de la entrada BT00250. Estos datos sugieren una incidencia elevada en la parcela de cultivo y por tanto permiten extraer conclusiones sobre las características de los híbridos portainjertos desarrollados. En este sentido, los mejores híbridos serían el SOL.11.2 x BT00120 y SOL.11.2 x BT00230. En cuanto a la incidencia de nematodos fue elevada tanto en el control BT04060 (50 %), como en las entradas SL-Meliana-1 (100 %) y SL-Meliana-3 (100 %). También aquí el mejor comportamiento correspondió a los híbridos SOL.11.2 x BT00120 y SOL.11.2 x BT00230 y al híbrido ‘Olympe’.

Tabla 1. Evaluación de 9 híbridos, los 8 parentales y 4 controles en un suelo con elevada incidencia de FOL y nematodos.

ENTRADA	Porcentaje de plantas afectadas por FOL	Porcentaje de plantas afectadas por nematodos
BT00120	0,00	88,24
BT00230	60,00	83,33
BT00250	72,22	100,00
BT02220	37,50	100,00
BT02310	38,46	84,62
BT10170	44,44	94,12
BT04060	50,00	50,00
SOL.11.2	46,15	7,69
BT00230 X BT00120	12,50	100,00
BT00250 X BT00120	50,00	100,00
BT00250 X BT00230	61,11	100,00
SOL.11.2 X BT00120	0,00	6,25
SOL.11.2 X BT00230	0,00	0,00
SOL.11.2 x BT00250	17,65	41,18
BT02310 X BT04060	44,44	100,00
BT10170 X BT00120	17,65	100,00
BT02220 X BT00230	52,94	100,00
SL-Meliana-1	88,89	100,00
SL-Meliana-3	72,22	100,00
MONEY MAKER	44,44	100,00
OLYMPE F1	44,44	5,56

## Conclusiones

Los híbridos SOL.11.2 x BT00120 y SOL.11.2 x BT00230 muestran las mejores aptitudes para ser utilizados como portainjertos de la ‘Tomata Valenciana’, ya que muestran las mejores combinaciones de resistencia a FOL, nematodos y por características de vigor y de sistema radicular.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y está respaldado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.II) y la Generalitat Valenciana.

## Referencias

Soler S., Prohens J., López C., Aramburu J., Galipienso L., Nuez F. 2010. Viruses infecting tomato in Valencia, Spain: occurrence, distribution and effect of seed origin. *Journal of Phytopathology*, 158: 797-805.

## BUSCANDO BIOMARCADORES DE FERTILIDAD: CORRELACIÓN ENTRE MOVILIDAD Y LA PROTEÍNA AKAP4 EN ESPERMATOZOIDES DE TORO

Sabrina Gacem<sup>1,2</sup>, María Castello-Ruiz<sup>1</sup>, Carlos O. Hidalgo<sup>3</sup>, Carolina Tamargo<sup>3</sup>, Pilar Santolaria<sup>4</sup>, Jesús L. Yániz<sup>4</sup> y Miguel A. Silvestre<sup>1</sup>

1: Departamento de Biología Celular, Biología Funcional y Antropología Física, Universitat de València, 46100 Valencia.

E-mail: miguel.silvestre@uv.es

2: Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Barcelona.

3: Genética y Reproducción Animal, Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), 33394 Deva, Gijón.

4: BIOFITER; Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Universidad de Zaragoza, 22071 Huesca.

**Palabras clave:** calidad espermática, biomarcadores, vacuno, movilidad.

### Introducción

La fertilidad es uno de los parámetros más importantes que afecta a la productividad de las explotaciones ganaderas. La fertilidad es un proceso complejo que debe estudiarse tanto desde el punto de vista de la hembra como del macho. Hasta la fecha, los análisis convencionales no han conseguido diferenciar claramente el potencial fértil de las muestras seminales. El uso de biomarcadores que puedan detectar precozmente posibles casos de infertilidad y subfertilidad es de vital importancia, evitando así importantes pérdidas económicas en las explotaciones. En este sentido, la proteína AKAP4 (A-kinase anchor protein 4) es uno de los biomarcadores proteicos más utilizados. La AKAP4 desempeña un papel en el mantenimiento de la integridad de la vaina fibrosa del espermatozoide y la motilidad espermática normal. En ratones que no presentaban AKAP4, se encontró que los espermatozoides tenían flagelos acortados, doblados, enrollados y diámetro reducido en la pieza principal. Como resultado, la motilidad espermática disminuyó y los machos fueron estériles. Por otro lado, numerosos trabajos han relacionado una mayor movilidad con una mayor concentración del precursor de dicha proteína (ProAKAP4). El objetivo de este trabajo consistió en estudiar la correlación entre los parámetros de movilidad y cinética espermática y la proteína AKAP4 en espermatozoides de toro.

### Material y métodos

Se han usado dosis congeladas de 10 toros de la raza Friesian Holstein de un Centro Inseminación Artificial (Gijón, España). Tras descongelar las dosis, la motilidad se evaluó con microscopio de contraste de fases con placa termostata y un sistema de análisis de espermatozoide asistido por ordenador (ISAS, Proiser, Valencia, España) con el módulo para la especie vacuna a 50 fotogramas/s. Los valores de espermatozoides móviles totales (TM) y progresivos (PM), velocidad curvilínea (VCL), velocidad rectilínea (VSL), velocidad de trayectoria promedio (VAP), índice de linealidad (LIN), rectitud (STR), amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza, (ALH) oscilación y frecuencia de batido (BCF) fueron evaluados. El contenido de la proteína

AKAP se evaluó en la unidad de proteómica de la Universitat de València, usando el método SWATH-MS. Las relaciones entre los parámetros estudiados, tanto sus valores brutos como transformados, se analizaron mediante correlaciones bivariadas (coeficiente Pearson) con el software SPSS para un nivel de significación de  $P < 0,05$ .

## Resultados y conclusión

La tabla 1 muestra la correlación entre los parámetros espermáticos y la cantidad de proteína AKAP4 evaluada por SWATH-MS. No se encontró una correlación significativa entre ningún parámetro de movilidad o cinética y la proteína AKAP4, salvo para el parámetro BCF, que se encontró una correlación negativa. Hay pocos trabajos que relacionen directamente la proteína AKAP4 con la movilidad. La mayoría de los estudios publicados se hicieron usando un kit Elisa para evaluar la presencia del precursor de dicha proteína (ProAKAP4) que está presente de la misma manera que la proteína AKAP4 en la estructura del espermatozoide. Y en la gran mayoría de ellos, se observa una relación positiva entre la movilidad y el contenido de proAKAP4 en diferentes especies. Sin embargo, en concordancia con nuestros resultados, otros autores no encontraron correlaciones significativas entre la movilidad y la proteína o su precursor. Bastan y Akcay (2021) no encontraron correlación significativa entre los parámetros cinéticos y la proteína ProAKAP4 a 0h tras de la descongelación, solamente 3h después de una prueba de resistencia térmica. En la misma línea, otro estudio tampoco encontró ninguna correlación con la movilidad o los parámetros cinéticos en espermatozoides de ratón (Boersma et al., 2022). Respecto a la cuantificación de la proteína por análisis proteómico, se ha observado una mayor expresión de la AKAP4 estimada por LC-MS/MS en muestras seminales de toros con baja fertilidad. Por lo tanto, es necesario seguir investigando y buscando biomarcadores que nos ayuden a descartar muestras seminales de baja fertilidad.

	TM	PM	VCL	VSL	VAP	LIN	STR	ALH	BCF
<b>Correlación de Pearson</b>	-0,344	-0,407	-0,627	-0,531	-0,594	-0,315	-0,238	-0,531	-,664*
<b>Sig. (bilateral)</b>	0,331	0,244	0,052	0,114	0,070	0,375	0,509	0,115	0,036

**Tabla 1:** Correlación bivariada entre la proteína AKAP4 y los valores de movilidad total (TM) y progresividad (PM), velocidad curvilínea (VCL), velocidad rectilínea (VSL), velocidad de trayectoria promedio (VAP), índice de linealidad (LIN), rectitud (STR), amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza, (ALH) oscilación y frecuencia de batido (BCF) de espermatozoides de toro. El asterisco muestra las correlaciones significativas ( $P < 0,05$ ).

## Referencias

Bastan, I., Akcay, E., 2021. Quality assessment of frozen bull semen with the precursor A-kinase anchor protein 4 biomarker. *Andrologia* 53.

Boersma, A., Primus, J., Wagner, B., Broukal, V., Andersen, L., Pachner, B., Dahlhoff, M., Rülcke, T., Auer, K.E., 2022. Influence of sperm cryopreservation on sperm motility and proAKAP4 concentration in mice. *Reprod Med Biol* 21, 1–12.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana (AGROALNEXT2022/063).

## LA INCLUSIÓN DE HASTA EL 15 % DE ORUJO BLANCO EN LA RACIÓN DE GANADO CAPRINO MANTIENE EL pH, COLOR, Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA LECHE

**Marina Gálvez-López<sup>1\*</sup>, Manuel Viuda-Martos<sup>1</sup>, Mihaela Iasmina Madalina Ilea<sup>1</sup>, José Ramón Díaz<sup>1</sup> y Gema Romero<sup>1</sup>**

1: Instituto de Investigación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH), Universidad Miguel Hernández de Elche. Ctra. De Beniel, km 3.2, 03312 Orihuela (Alicante).  
e-mail: marinagalvezl@umh.es

**Palabras clave:** economía circular, subproducto, WI, YI, FRAP

### Introducción y objetivo

Dentro de la estrategia de ODS 2030, la valorización de subproductos y la reducción de insumos para la producción de alimentos de alto valor biológico es una prioridad. El orujo de uva es un subproducto con propiedades interesantes para la alimentación del ganado rumiante. El objetivo de este experimento fue estudiar el efecto de la inclusión de diferentes proporciones del subproducto orujo de uva blanca de vinificación en la dieta del ganado caprino sobre las características de la leche: pH, color y actividad antioxidante mediante el método del poder reductor del ion férrico (FRAP).

### Materiales y métodos

Se desarrolló un experimento en el que se testó la inclusión de orujo de uva blanca de vinificación en la dieta del ganado caprino en las siguientes proporciones: 5, 10, 15% MS de la dieta. Las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas y se compararon con una dieta testigo convencional que incluía heno de alfalfa y pienso compuesto concentrado (0% subproducto). Se seleccionaron 80 cabras que se dividieron en 8 grupos de 10 animales cada uno (4 tratamientos x 2 lotes) de características fisiológicas homogéneas. Se realizó un muestreo pre-experimental (semana 8 de lactación) y tras 2 semanas de adaptación a los tratamientos se realizaron 4 muestreos experimentales de frecuencia quincenal (semanas 10, 12, 14 y 16 de lactación). Para cada tratamiento y muestreo se recogieron 2 muestras (1 de cada lote) a las que se analizaron por duplicado las variables: a\*, b\*, c\*, h\*, L\*, WI, YI, para el color (Minolta CM-700, Minolta, Osaka, Japon), pH (Mod. pH/Ion 510, Eutech Instruments Pte Ltd., Singapur), y actividad antioxidante mediante el método FRAP (Oyaizu, 1986) expresado en µg de Trolox equivalente/mL de leche. Se determinó el efecto del tratamiento a lo largo del experimento mediante un modelo lineal general (Proc. Glim, SAS v9.4), considerando el muestreo (5 niveles: pre-experimental y 4 experimentales), 4 tratamientos y la interacción entre ambos.

### Resultados y discusión

En la tabla 1 y figura 1 se muestran los resultados obtenidos. Aunque fueron significativos los efectos considerados en la mayoría de las variables estudiadas (exceptuando el muestreo y la interacción del tratamiento con el muestreo en WI y L\*), las diferencias observadas no se pueden considerar relevantes desde el punto de vista tecnológico de la leche.

Tabla 1. Resultados del análisis estadístico de las variables estudiadas

VARIABLE	MUESTREO		TRATAMIENTO		TRATAMIENTO *MUESTREO		MODELO	
	F	P	F	P	F	P	F	P
WI	2,57	0,0567	10,48	<0,0001	1,14	0,3343	3,33	<0,0001
YI	23,7	<0,0001	21,19	<0,0001	2,93	0,0012	10,06	<0,0001
L*	1,20	0,31	8,97	<0,0001	1,31	0,2212	2,90	0,0002
a*	10,94	<0,0001	39,84	<0,0001	2,47	0,0059	11,67	<0,0001
b*	21,98	<0,0001	19,75	<0,0001	2,98	0,0010	9,51	<0,0001
C*	21,77	<0,0001	19,31	<0,0001	3,02	0,0009	9,41	<0,0001
h*	16,37	<0,0001	31,06	<0,0001	2,86	0,0015	10,93	<0,0001
pH	10,01	<0,0001	8,43	<0,0001	2,35	0,0151	4,84	<0,0001
FRAP (ug/mL)	97,36	<0,0001	19,32	<0,0001	11,20	<0,0001	26,60	<0,0001

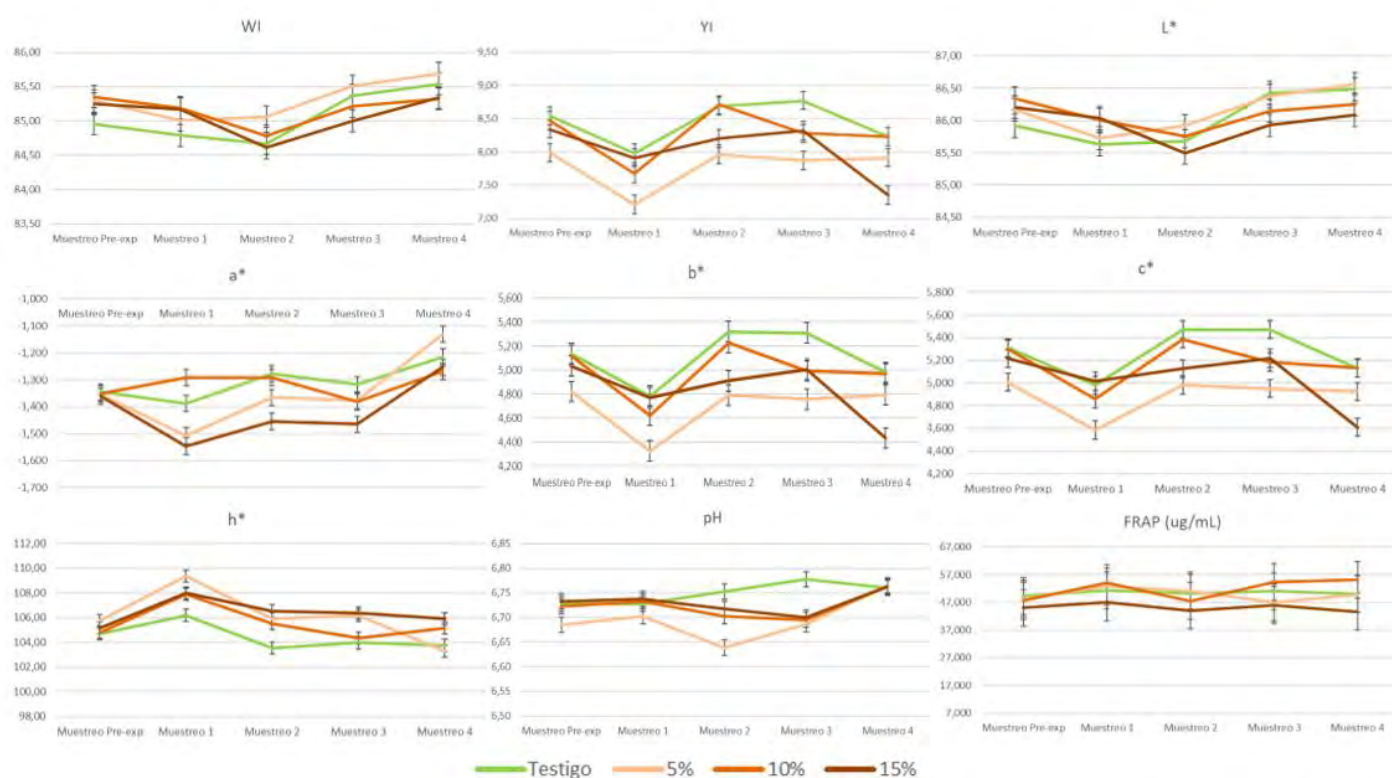


Figura 1. Efecto del tratamiento a lo largo del experimento en las variables estudiadas (lsmeans  $\pm$ SE)

Se concluye que la inclusión del subproducto orujo de uva blanca de vinificación en la dieta de caprino lechero hasta un 15% de materia seca es una materia prima de bajo coste a considerar en la formulación de dietas de estos animales. Este estudio se completará con un experimento durante una lactación completa, para comprobar los efectos a largo plazo.

### Agradecimientos

El estudio forma parte del proyecto AGROALNEXT subvencionado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y la Generalitat Valenciana.



## EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA A LA SEQUÍA EN CULTIVOS PROMISORIOS: ESTUDIO DEL IMPACTO FISIOLÓGICO DEL ESTRÉS EN DOS ESPECIES DEL PSEUDOCEREAL AMARANTO

Francisco B. Flores<sup>1\*</sup>, Isabel Egea<sup>1</sup>, Clemente Moya<sup>1</sup>, José María Egea-Fernández<sup>2</sup> y José María Egea<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Estrés Abiótico, CEBAS-CSIC, Edif. 25, Campus de Espinardo, 30100 Espinardo-Murcia

<sup>2</sup>Grupo de Botánica, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Edif. 5, Campus de Espinardo, 30100 Espinardo-Murcia

e-mail: jmegea@cebas.csic.es

**Palabras clave:** *Amaranthus caudatus*; *Amaranthus hypochondriacus*; cultivo en campo abierto; sequía; fisiología de la planta en estrés hídrico.

### Introducción y objetivo:

Con el objetivo de identificar cultivos promisorios foráneos con la capacidad de soportar las severas condiciones de sequía propias del Sudeste español, que se prevén se intensificarán por efecto del cambio climático, se ha llevado a cabo un estudio para evaluar la tolerancia a déficit hídrico de dos especies del pseudocereal amaranto. Estas dos especies son *Amaranthus hypochondriacus* (var. Burganda, **Bur**, **fig. 1A**) y *A. caudatus* (var. Kwicha Perú, **k1**, **fig. 1B**), seleccionadas por estudios previos del laboratorio y por información proporcionada por otras fincas experimentales que participan en trabajos de la Red de Agroecología y Ecodesarrollo de la Región de Murcia (RAERM) (Egea-Fernández *et al.*, 2015).

### Material y métodos:

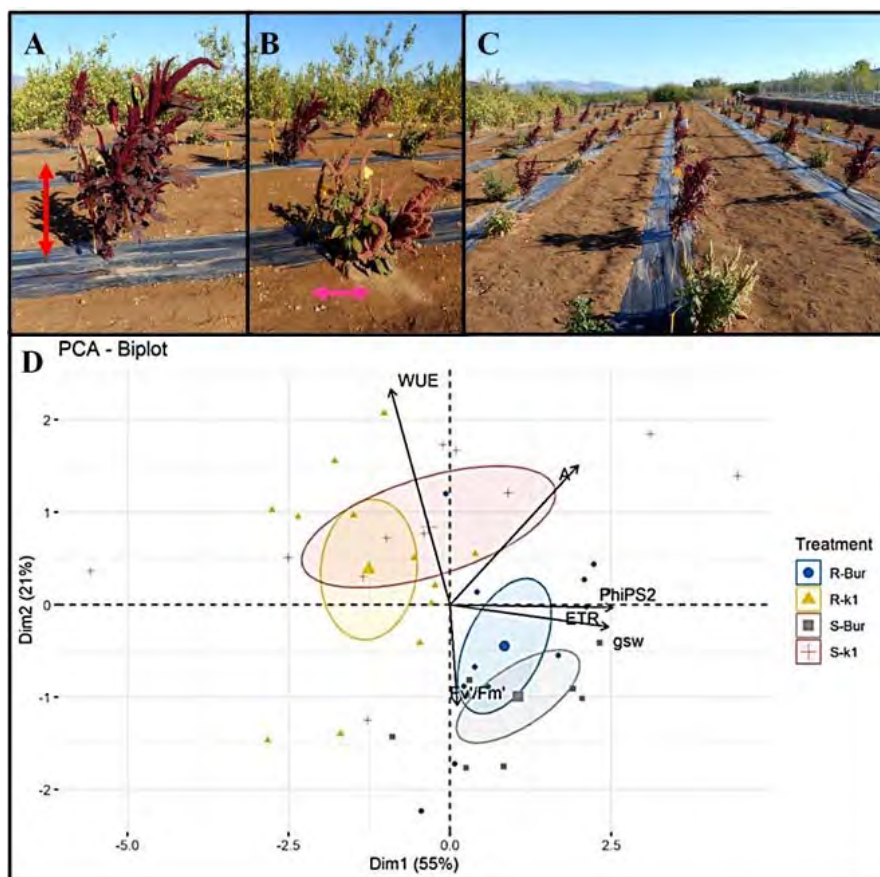
Las semillas, proporcionadas por la RAERM, se germinaron en placa Petri en oscuridad a 28°C y 90% HR, y se transfirieron a semillero con turba y perlita (8:3) en condiciones controladas de cámara de cultivo según Estrada *et al.* (2021). Tras tres semanas se llevó a cabo el trasplante a suelo en una parcela de la finca experimental del CEBAS sita en el municipio de Santomera (Murcia, 38,105°N; 1,035°W). Se dispusieron 4 filas con un marco de cultivo 2 x 2 m; 10 plantas de una especie y de otra alternadas en la fila. Se mantuvieron todas las plantas con un régimen de riego que se fue aumentando durante un mes desde 0,40 L día<sup>-1</sup> hasta 0,50 L día<sup>-1</sup>, según crecimiento (**fig. 1C**). Tras dicho intervalo de tiempo, en dos filas se impuso el estrés hídrico por cese del riego (tratamiento de sequía), mientras en las otras dos se siguió aumentando gradualmente el riego hasta 0,75 L día<sup>-1</sup> (tratamiento de riego). Para verificar efectivamente tenía lugar el déficit hídrico se monitorizó el contenido en agua del suelo mediante un sensor de humedad del suelo (TEROS-12, Meter Group). A partir de 10 días desde el inicio del tratamiento de sequía se llevó a cabo el seguimiento de la fisiología de las plantas en riego vs sequía. Los parámetros que se midieron son: contenido en agua hoja; contenido en clorofilas (SPAD); temperatura de la hoja por termografía IR, y medidas de intercambio gaseoso y fotosíntesis con un equipo portátil LICOR modelo LI-6800 (LI-COR Biosciences) (Estrada *et al.*, 2021). Los resultados que se presentan son tras 60 días de tratamiento.

### Resultados y conclusión:

Se han detectado diferencias significativas entre genotipos (**k1** vs **Bur**) pero no entre tratamientos (riego vs sequía), tal y como indica el PCA-Biplot de los resultados del LICOR (**fig. 1D**), lo que parece indicar que ambas especies están bien adaptadas a la sequía. Con todo, **Bur** parece presentar ligeros síntomas fisiológicos de sensibilidad a la sequía (disminución cont. agua hoja) pero todo lo contrario ocurre con su desarrollo (la mayor altura corresponde a esta especie en tratamiento de sequía) (**Tabla 1**).

## Referencias:

- Estrada et al. (2021) Unraveling the strategies used by the underexploited amaranth species to confront salt stress: similarities and differences with quinoa species. *Front. Plant Sci.* 12:604481. doi: 10.3389/fpls.2021.604481
- Egea-Fernandez, J. M., Egea, Jose., M., Egea, I., and Rivera, D. (2015). "Recursos fitogenéticos", en: *Cultivos promisorios para enfriar el clima y alimentar al mundo. una propuesta agroecológica para tierra de iberos*. Ed. Integral, Sociedad para el Desarrollo Rural, 13–24, Murcia (Spain) ISBN: 978-84-608-3897-5



**Figura 1.** (A) *Amaranthus hypochondriacus* var. Burganda (**Bur**); (B) *Amaranthus caudatus* var. Kwicha Perú (**k1**); (C) Vista general de la parcela de cultivo, y (D) PCA-Biplot obtenido por MANOVA de los resultados de las medidas con el equipo portátil medidor de fotosíntesis LICOR LI-6800, tras 60 días de tratamiento de estrés hídrico (sequía, S) en las dos especies de amarantho, comparando con el tratamiento de riego de referencia (riego, R). Escalas: 36 cm (rojo) y 23 cm (rosa). WUE: uso eficiente del agua; A: tasa de fotosíntesis; PhiPS2: eficiencia PSII; gsw: conductancia estomática; Fv/Fm': eficiencia máxima PSII; ETR: tasa transporte de e- relativa.

**Tabla 1.** Resultados ambientales, de crecimiento y fisiológicos: efectos de 60 días de tratamiento estrés hídrico (sequía, S) en las dos especies de amarantho (*A. hypochondriacus* var. Burganda y *A. caudatus* var. Kwicha Perú), comparando con el tratamiento de riego de referencia (riego, R). Resultados como media  $\pm$  ES aplicando ANOVA y Test de Tukey ( $p < 0,05$ )

PARÁMETRO	<i>A. hypochondriacus</i> var. Burganda, trat. Riego (R)	<i>A. hypochondriacus</i> var. Burganda, trat. Sequía (S)	<i>A. caudatus</i> var. Kwicha Perú, trat. Riego (R)	<i>A. caudatus</i> var. Kwicha Perú, trat. Sequía (S)
Contenido agua suelo ( $m^3 m^{-3}$ )	0,249 $\pm$ 0,006a	0,144 $\pm$ 0,011b	0,249 $\pm$ 0,006a	0,154 $\pm$ 0,015b
Altura planta (cm)	92,56 $\pm$ 4,15b	103,83 $\pm$ 2,97a	90,90 $\pm$ 1,34c	91,26 $\pm$ 1,82c
SPAD	45,46 $\pm$ 0,88a	39,90 $\pm$ 1,44b	40,82 $\pm$ 0,66b	39,69 $\pm$ 0,61b
Temp. hoja ( $^{\circ}C$ )	15,43 $\pm$ 0,08bc	15,88 $\pm$ 0,09ab	15,21 $\pm$ 0,11c	15,97 $\pm$ 0,09a
Cont. agua hoja ( $gr H_2O g^{-1} PS$ )	4,10 $\pm$ 0,09ab	3,59 $\pm$ 0,21b	4,42 $\pm$ 0,15a	4,36 $\pm$ 0,17a

**Agradecimientos:** Este trabajo de investigación ha sido financiado por el programa del Plan Complementario de I+D+i en Agroalimentación AGROALNEXT.

## DESARROLLO DE BIOPESTICIDAS INNOVADORES CONTRA ENFERMEDADES FUNGICAS DE LA VID

**Lucía González Bermúdez<sup>1\*</sup>, Serena Medaglia<sup>1</sup>, David Gramaje<sup>2</sup>, Josep Armengol<sup>3</sup>, María Dolores Marcos<sup>1</sup>, Andrea Bernardos Bau<sup>1</sup> y Ramón Martínez Mañez<sup>1</sup>**

1: Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera S/n, 46022-Valencia, Spain; CIBER de Bioingeniería Biomateriales y Nanomedicina, Instituto de Salud Carlos III, Spain.

2: Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV), Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad de la Rioja - Gobierno de La Rioja, Ctra. LO-20 Salida 13, Finca La Grajera, 26071 Logroño, Spain.

3: Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera S/N, 46022-Valencia, Spain.

E-mail: lgonber1@upvnet.upv.es

### Introducción

Este proyecto se erige con la finalidad específica de proporcionar una solución efectiva para la protección del cultivo de la vid contra patógenos fúngicos perjudiciales, tales como los hongos de la madera y *Botrytis cinerea*, responsable de la podredumbre gris. La iniciativa adquiere relevancia al alinearse con las líneas y sublíneas de actuación de AGROALNEXT, contribuyendo, de esta manera, a la transformación del sector agroalimentario hacia un escenario más verde, sostenible, saludable y digital. En esencia, se busca superar la brecha existente entre los descubrimientos científicos, el desarrollo tecnológico y su implementación efectiva en la práctica agrícola.

### Objetivos

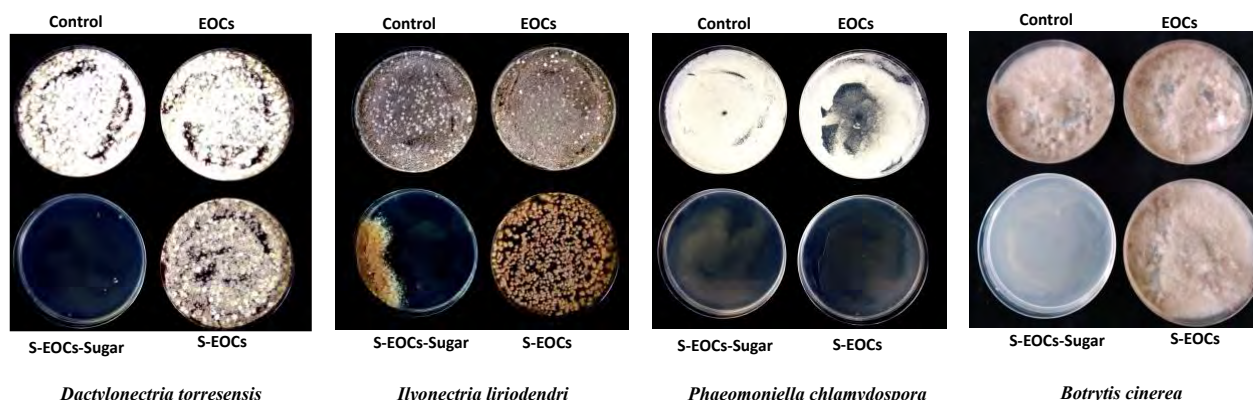
El proyecto financiado, **BIOPESTVID**, tiene como propósito general sentar las bases para la futura puesta en el mercado de un producto innovador en forma de biopesticida basado en aceites esenciales encapsulados con puertas moleculares inteligentes. Para alcanzar esta meta ambiciosa, se han delineado los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollo, síntesis y caracterización de productos biopesticidas basados en aceites esenciales.
- Validación *in vitro* de los nuevos materiales cargados y funcionalizados.
- Validación *in planta* de los nuevos materiales cargados y funcionalizados.
- Diseño y realización de pruebas en vivero de vid y viñedo.

Estos objetivos parciales se alinean en el ámbito de sistemas integrados/ecológicos de fertilización y control de plagas, así como en la adaptación al cambio climático y la resiliencia de la producción agrícola. Con todo, **BIOPESTVID** busca contribuir fomentando así la transformación sostenible del sector agroalimentario y promoviendo la consecución de objetivos climáticos y medioambientales delineados en el Pacto Verde y la Estrategia de la Granja a la Mesa de la UE.

## Materiales y métodos

Cultivos fúngicos de *Botrytis cinerea*, *Dactylonectria torresensis*, *Ilyonectria liriodendri* y *Phaeomoniella chlamydospora* se cultivaron en agar patata dextrosa (PDA) y se incubaron durante 1-2 semanas a 25 °C en oscuridad. Se preparó una suspensión conidial para cada aislado inundando la superficie del agar con 10 mL de agua destilada estéril (SDW) y raspando con una espátula estéril. La suspensión de esporas resultante se filtró a través de dos capas de gasa en un matraz erlenmeyer de 250 ml. El filtrado se diluyó con SDW y la concentración de conidios se ajustó con un hemacitómetro a  $10^6$  conidios/mL. Nuestro biopesticida innovador en estudio se trata de un aceite encapsulado en un material mesoporoso con puerta molecular tipo azúcar (S-EOCs-Sugar), el cual se dispersó a la concentración de 5 mg en 500  $\mu$ L de suspensión conidial y luego se plaqueó en placas de Petri PDA. De acuerdo con el estudio de lanzamiento, la cantidad de Aceite Esencial (EOC) y S-EOC se dispersó en una concentración equivalente a la de S-EOC-Sugar para garantizar que nuestros sistemas sean mejores con el tiempo. Las imágenes que se presentan a continuación fueron tomadas el 5º día de incubación a 25 °C en oscuridad, tiempo suficiente para ver el efecto de nuestro sistema en la actividad fúngica.



## Resultados y Trabajo Futuro

Se ha preparado y caracterizado un sistema de liberación controlada basado en materiales mesoporosos encapsulados por EOCs y recubiertos con un derivado de una azúcar. De acuerdo con los resultados preliminares, los sistemas preparados muestran una gran actividad antifúngica del sistema presentado.

El trabajo futuro es el siguiente:

1. Validación vegetal de nuevos materiales cargados con moléculas bioactivas naturales y funcionalizados con recubrimientos de sacáridos como agentes antifúngicos contra *Botrytis cinerea*, *Dactylonectria torresensis*, *Ilyonectria liriodendri* y *Phaeomoniella chlamydospora*.
2. Diseño e implementación de las pruebas de vivero y viñedo necesarias para verificar y validar la tecnología.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/032) y ha contado con el apoyo del MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17. I1) y por la Generalitat Valenciana. Esta investigación está financiada también por la Generalitat Valenciana y la Agència Valenciana de la Innovació (proyecto INNEST/2022/192) y es susceptible de ser cofinanciada por la Unión Europea. Esta investigación ha sido financiada por los proyectos PID2021-126304OB-C41 y PID2021-128141OB-C22 financiados por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033/ y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional - Una forma de hacer Europa. Este estudio también ha contado con el apoyo de la Generalitat Valenciana (CIPROM/2021/007). A.B. gracias al MCIN, a su contrato BG20/00020 y a su proyecto PAID-PD-22 financiado por la UPV.

## MEJORA DE PORTAINJERTOS ASISTIDA POR POLINIZADORES PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA Y FERTILIZANTES EN TOMATE

**F. Pérez-Alfocea, J.A. Martín-Rodríguez, J.J. Guerrero, M. Ormazabal, J.A. López-García, F. Sandoval, A.S. Prudencio, P. Martínez-Melgarejo y C. Martínez-Andújar.**

Department of Plant Nutrition, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo, 25, 30100-Murcia.  
e-mail: [alfocea@cebas.csic.es](mailto:alfocea@cebas.csic.es)

**Palabras clave:** *Bombus terrestris*, nutrición vegetal, RFID, servicios ecosistémicos, *Solanum* sp.

### Introducción y objetivos

La seguridad alimentaria se ve amenazada por el cambio climático y los estreses abióticos asociados como la escasez de agua, las altas temperaturas, la salinidad y el déficit nutricional. Esos factores afectan a la fisiología del cultivo durante la floración y a los servicios ecosistémicos como las interacciones planta-polinizador. Si bien es necesario aportar grandes cantidades de agua y fertilizantes para sostener los cultivos, hay que aplicar el principio de ‘producir más con menos’ para aumentar la sostenibilidad agrícola y reducir su impacto ambiental. Sin embargo, la mejora de variedades con estabilidad agronómica bajo fertirrigación reducida es un objetivo muy prometedor, pero poco buscado hasta el momento. Este problema es especialmente relevante en cultivos hortícolas de alto valor como el tomate, debido a las dificultades para conciliar rendimiento y uso eficiente de recursos hídricos y fertilizantes. La mejora de portainjertos a partir de una amplia biodiversidad genética ofrece una alternativa directa para mejorar esos caracteres en variedades de élite en un cultivo que exige muchos recursos como el tomate, al tiempo que también puede afectar a los servicios de polinización.

A pesar de la creciente relevancia de los caracteres florales, las plataformas de fenotipado actuales tratan de identificar los rasgos genéticos de la resiliencia mediante el estado fisiológico de la planta, generalmente a partir de imágenes de las hojas, pero encuentran fuertes problemas en la cuantificación de los rasgos florales y en la predicción del fenotipo a partir del genotipo. Sin embargo, como el transporte de fotoasimilados desde la hoja (fuente) hasta la flor (sumidero) se reduce en las plantas de baja resiliencia, las flores son mejores indicadores que las hojas del bienestar de la planta. De hecho, la composición química de las flores cambia en respuesta al ambiente, al igual que la cantidad de polen y néctar que producen las flores, que sirven como alimento para los polinizadores (Borghi et al., 2019).

En proyectos anteriores encaminados a desarrollar portainjertos para aumentar el uso eficiente de nutrientes en tomate, se observó que las decisiones de forrajeo de los polinizadores *Bombus terrestris* estaban influenciadas por el genotipo del portainjerto y por el régimen de fertilización, mostrando mayor preferencia por las plantas más productivas y nutritivas cultivadas con fertilización reducida (Martínez-Andújar et al., 2023). Esos resultados abren nuevas perspectivas para el uso de polinizadores como fenotipadores naturales para seleccionar los fenotipos más resistentes en condiciones subóptimas y/o genotipos que aumentan sinérgicamente la productividad y la sostenibilidad de los cultivos al promover dicho servicio ecosistémico.

Este proyecto propone utilizar el carácter determinado por la preferencia de los polinizadores como una medida precisa de la relación funcional fuente-sumidero y la resiliencia de las plantas, según la influencia del genotipo y el ambiente. Para ello, se utilizará un prototipo de plataforma de fenotipado y selección asistida por polinizadores para la cuantificación automatizada de las interacciones Genotipo x Ambiente x Polinizador a través de un sistema de geo-posicionamiento de abejorros. Para demostrar su validez en agricultura, se generará un modelo conceptual basado en datos agronómicos, fisiológicos y

multiómicos en portainjertos experimentales, vinculando rasgos florales, preferencias de polinizadores y resiliencia de las plantas frente a diferentes regímenes de aplicación de agua y fertilizantes NPK. Este nuevo enfoque radical puede cambiar el paradigma de fenotipado y encontrar nuevos caminos para la mejora vegetal asistida por interacciones ecológicas, mejorando naturalmente los cultivos y los servicios ecosistémicos.

Los objetivos concretos del estudio son (i) desarrollar nuevos portainjertos de tomate con efectos sinérgicos sobre los polinizadores para aumentar la estabilidad del rendimiento en condiciones de fertirrigación reducida, y (ii) validar las decisiones de los polinizadores como un nuevo rasgo de fenotipado que ayuda a la mejora de cultivos.

## Material y métodos

La variedad de tomate Unidarkwin F1 (Unigenia Semillas SLU) se injertó sobre un conjunto de portainjertos experimentales que incluían líneas de introgresión (IL) derivadas de un cruce entre *Solanum lycopersicum* cv. M82 y *S. pennellii* acc. LA716, antiguas accesiones de *S. lycopersicum* var. cerasiforme, *S. pimpinellifolium* acc. LA1589 y algunos de sus híbridos. Las plantas se cultivaron en invernadero en condiciones óptimas (control) y baja fertirrigación (50%) durante la temporada primavera-verano. Se colocaron colmenas de abejorros comerciales (*Bombus terrestris*) durante la floración y las preferencias de los polinizadores se analizaron mediante un sistema automatizado de seguimiento de polinizadores *ad hoc* basado en un sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID). Este sistema consiste en la colocación de pequeños transpondedores pasivos en los insectos y antenas móviles a nivel de las estructuras florales, y permite la cuantificación precisa del número de visitas de los abejorros (VN), el tiempo total de visitas (TVT), y el tiempo por visita (VT) a las diferentes plantas.

## Resultados y conclusión

Entre los portainjertos experimentales evaluados, al menos una línea IL y sus cruces con M82 y LA1589 aumentaron consistentemente parámetros rendimiento en fruto bajo fertirrigación reducida al aumentar el vigor de raíces y brotes y el estado nutricional de las hojas. Las decisiones de alimentación de los polinizadores estuvieron influenciadas por el genotipo del portainjerto y el régimen de fertirrigación. Mientras que los portainjertos híbridos aumentaron las visitas de polinizadores con fertirrigación óptima en comparación con las líneas parentales, la mayoría de los portainjertos experimentales aumentaron la atracción de polinizadores de la variedad injertada con baja fertirrigación, lo que garantizó la polinización de las flores con insumos subóptimos. Las preferencias de los polinizadores (VN, TVT, VT) en condiciones de suministro reducido de agua y fertilizantes se asociaron con el desarrollo y el estado fotosintético y nutricional de la planta. Los resultados apoyan la hipótesis de que las decisiones de alimentación de los polinizadores son afectadas por el genotipo (de la raíz) y las condiciones de cultivo, y podrían ser utilizadas en programas de selección y mejora al reflejar el estado fisiológico y nutricional de las plantas bajo presión ambiental, además de aportar efectos sinérgicos entre el portainjerto y el polinizador para lograr estabilidad y sostenibilidad en el rendimiento de los cultivos.

## Referencias

- Borghi, M., Perez de Souza, L., Yoshida, T. and Fernie, A.R.** (2019) Flowers and climate change: a metabolic perspective. *The New Phytologist*, **224**, 1425-1441.
- Martínez-Andújar, C., Youssef, R.B., Prudencio, Á.S. et al.** (2023) Bumblebees sense rootstock-mediated nutrition and fertilization regime in tomato. *Plant Soil* **486**, 293–306.

## Agradecimientos

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizon Europe – EIC PathFinder de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención n.º 101098680 (DARKWIN) y de la Unión Europea Next Generation (proyectos BEEPHEN PDC2022-133986-I00 y RUETOM TED2021-132256B-C21). Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y cuenta con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Fundación Séneca, con financiación de la Comunidad Autónoma Región de Murcia (CARM), así como una acción de formación doctoral para JJG (proyecto 21796/FPI/22).

## EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE MELÓN Y SANDÍA EN CONDICIONES DE DÉFICIT HÍDRICO Y SALINIDAD

Miguel Bracho Gil<sup>1</sup>, Gorka Perpiñá<sup>1</sup>, Silvia Ramos<sup>1</sup>, Lorena Bellver<sup>1</sup>, Carlos Alandes<sup>1</sup>,  
Andrea Berruga<sup>1</sup>, Sara Mares<sup>1</sup>, Miguel Ezquerro<sup>1</sup>, Laura Próper<sup>1</sup>, María García-  
Cabrera<sup>1</sup>, María José Díez<sup>1</sup>, Santiago García-Martínez<sup>2</sup>, Juan José Ruíz-Martínez<sup>2</sup>, Ana  
Pérez-de-Castro<sup>1</sup> y Belén Picó Sirvent<sup>1</sup>

1: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV), Universitat  
Politécnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia (España).

2: Departamento de Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Miguel  
Hernández, Avda. Universidad s/n, 03202, Elche, Alicante (España).  
e-mail: mibragi@upv.es

**Palabras clave:** *Cucumis melo*, *Citrullus lanatus*, sequía, estrés hídrico, *Cucurbitaceae*

### Introducción y objetivo

El melón (*Cucumis melo* L.) y la sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsumara & Nakai) son cucurbitáceas ampliamente cultivadas a nivel mundial. España es uno de los principales países productores y el principal exportador de ambos cultivos (FAOSTAT, 2023; <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>). La progresiva desertificación y la salinización de tierras de cultivo y acuíferos son algunos de los efectos del cambio climático. El ahorro de agua es un objetivo prioritario en agricultura al permitir, no solo reducir los costes de producción y el impacto ambiental que tiene esta actividad, sino también ampliar los cultivos a zonas marginales con escasez de agua o con recursos hídricos de mala calidad. Sin embargo, el déficit hídrico y la salinidad elevada tienen efectos sobre el crecimiento de las plantas, reduciendo tanto el rendimiento como la calidad de los frutos producidos. El aprovechamiento de la biodiversidad disponible de melón y sandía por su resiliencia frente a la escasez hídrica y a la salinización, permitiría su uso en agricultura de bajos insumos y con menor impacto ambiental. El objetivo de este trabajo, que se enmarca en los proyectos AGROALNEXT/2022/025 y PROMETEO 2021/072, ha sido la evaluación del efecto del déficit hídrico y el estrés salino en las características de planta y fruto de un conjunto de variedades tradicionales de melón y sandía que representan la variabilidad de la especie.

### Material y métodos

Se evaluaron un total de 84 entradas de melón (75 subsp. *Melo*, de las cuales 7 eran de la var. *flexuosus*, y 9 subsp. *agrestis*), y 105 entradas de sandía, fundamentalmente de variedades tradicionales españolas (Tabla 1). Se realizaron dos ensayos en la campaña de primavera-verano de 2023; uno de déficit hídrico en un campo de cultivo con un sistema de riego por goteo, en la localidad de Alcàsser (Valencia) y otro de estrés por salinidad en un campo de cultivo con riego por inundación, en el Parque Natural de Carrizales (Elche, Alicante). Las entradas fueron sometidas a dos tratamientos en el ensayo de déficit hídrico, T1 (100% de riego, condiciones control) y T2 (50% de riego, condiciones de déficit hídrico); y con un tratamiento en el ensayo de salinidad (suelo naturalmente salino y agua de riego con elevada salinidad). En todas las filas se incluyeron tres controles de la especie correspondiente, según un modelo de diseño aumentado. Se analizaron un total de tres caracteres cualitativos y 12 cuantitativos, empleando los descriptores desarrollados por el *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR) y la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Los caracteres de planta fueron: vigor, fecha de floración (masculina y femenina), número de frutos y producción. Los caracteres de fruto fueron: peso, longitud, anchura, espesor de la corteza, espesor de la pulpa y ancho de la cavidad (para *C. melo*), firmeza de la pulpa y la piel (para *C. melo*), grados brix y pH.

Tabla 1. Origen de las entradas de melón y sandía evaluadas en condiciones de estrés hídrico y salinidad.

País	Región	<i>C. melo</i> <sup>1</sup>	Sandía <sup>2</sup>	Continente	<i>C. melo</i> <sup>1</sup>	Sandía <sup>2</sup>
España	Andalucía	9/5/3/-/2	8/20/-	África	-/-/9/4	1/-/1
	Aragón	-/2/-/-	-/2/-	América		3/-/-
	Castilla y León		-/1/-	Asia	-/-/16/4	1/-/1
	Castilla-La Mancha	4/3/1/1/-	12/1/2	Europa	-/1/-/5/-	1/-/1
	Comunidad Valenciana	1/-/1/-/-	10/-/1			
	Extremadura	3/2/1/-/-	5/25/-			
	Islas Canarias		9/1/-			
	Islas Baleares	-/2/1/-/-	-/-/-			
	Madrid	-/-/1/-/-	-/-/-			
	Región de Murcia	-/-/3/-/-	-/-/-	Desconocido		1/-/1
Total españolas		17/14/11/1/2	44/50/3/-	Total global	-/1/-/30/8	7/-/1

<sup>1</sup>Número de entradas (N) del COMAV / BGHZ / BAGERIM / Grupo de Cucurbitáceas del COMAV / MAYORA.

<sup>2</sup>Número de entradas (N) del COMAV / BGHZ / BAGERIM / Grupo de cucurbitáceas del COMAV.

## Resultados y conclusión

El déficit hídrico ocasionó una disminución del vigor en la mayor parte de las entradas de ambas especies. Se observó variación entre entradas en la respuesta a estrés hídrico en el peso del fruto y el número de frutos por planta, si bien en un porcentaje elevado de las entradas de las dos especies ensayadas se observó una reducción de los valores de ambos caracteres en condiciones de déficit hídrico. Para ambas especies se identificaron entradas en las que el tratamiento con un 50% del riego no supuso una reducción en el peso del fruto y la producción (Figura 1). El estrés salino causó sobre la mayor parte de las entradas evaluadas de melón y sandía una mortalidad elevada en estado de plántula y una reducción del peso del fruto y de la producción. Posiblemente, la presión del estrés salino al inicio del cultivo resultó excesiva como consecuencia de la elevada conductividad del agua de riego. En cualquier caso, excepcionalmente en algunas entradas de melón la reducción del peso de fruto y producción no fue tan acusada en condiciones de salinidad (Figura 1).

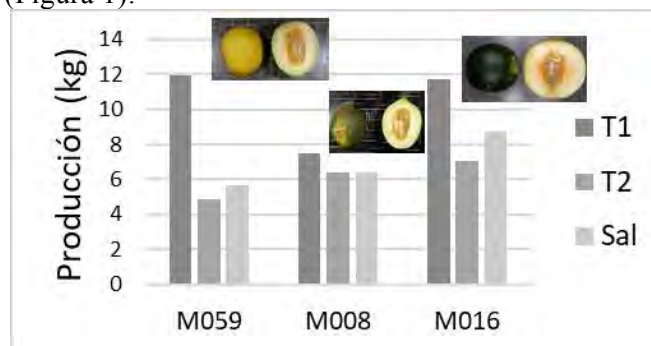


Figura 1. Producción por planta en tres entradas de *Cucumis melo* en las condiciones control (T1), con 50 % de riego (T2) y en condiciones de salinidad (Sal).

Se seleccionaron un total de 30 y 33 entradas de melón y sandía, respectivamente, por presentar una buena adaptación a las condiciones de déficit hídrico o por representar materiales únicos. Estas entradas se van a evaluar en las mismas condiciones en la campaña de primavera-verano 2024, tanto en Valencia, como en Murcia y Zaragoza, con objeto de confirmar su comportamiento frente a las condiciones de déficit hídrico. Por otra parte, el total de las entradas se volverán a evaluar en condiciones de salinidad en el Parque Natural de Carrizales, reduciendo el estrés salino en las fases iniciales del cultivo.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del programa AGROALNEXT (proyecto AGROALNEXT/2022/025), respaldado por el MCIN, con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana y del proyecto PROMETEO 2021/072, financiado por el programa para grupos de excelencia de la Conselleria de Educación, Universidades y Empleo de la GVA. A.B., M.E., M.G.C., S.M. y L.P. agradecen la ayuda en el marco del “Programa Investigo” (Generalitat Valenciana, Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU).



## PUESTA A PUNTO DE LA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACION DE LA RESPUESTA AL DÉFICIT HÍDRICO EN PEPINO

Alejandro Flores-León<sup>1\*</sup>, Gabriela Campos<sup>1</sup>, Silvia Ramos<sup>1</sup>, Ana Pérez-de-Castro<sup>1</sup>, Carlos Romero<sup>2</sup>, Antonio José Monforte<sup>2</sup>, Belén Picó<sup>1</sup>

1: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV), Universitat Politècnica de València,

Camino de Vera s/n, 46022, Valencia (España).

2: Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP), Universitat Politècnica de València, c/Ingeniero Fausto Elio s/n, 46022, Valencia (España).

e-mail: [alfloleo@doctor.upv.es](mailto:alfloleo@doctor.upv.es)

**Palabras clave:** pepino, sequía, estrés hídrico

### Introducción y objetivo

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es un cultivo de la familia Cucurbitaceae, siendo España el principal productor y exportador de la Unión Europea (Eurostats, 2023; disponible en <https://ec.europa.eu/eurostat>). La producción de este cultivo y de otros de la familia de las cucurbitáceas, está amenazada por el cambio climático, en especial en países como España donde la escasez de agua puede afectar a la producción y calidad de los frutos. El desarrollo de variedades adaptadas a condiciones de déficit hídrico requiere, en primer lugar, la selección de material tolerante o resistente. La evaluación y selección de materiales por tolerancia a estrés hídrico en condiciones de campo puede verse dificultada por las condiciones climáticas, que resultan imprevisibles y pueden alterar la situación de estrés a la que quiere someterse al cultivo. Por tanto, resulta de interés desarrollar métodos alternativos para la evaluación de la respuesta a déficit hídrico. Existen distintos protocolos para la evaluación de la tolerancia a estrés hídrico en plántula en condiciones controladas, así como distintas medidas indirectas que permiten evaluar el estado fisiológico de las plantas. El objetivo de este trabajo, que se enmarca en los proyectos AGROALNEXT/2022/025 y TED (2021-132130B-I00), ha sido la puesta a punto de un método de evaluación de la respuesta a déficit hídrico en plántulas de pepino, en condiciones controladas en cámara de cultivo, evaluando la utilidad de distintas medidas indirectas del estado fisiológico de la planta.

### Materiales y metodos

Se evaluaron un total de 11 entradas de pepino, previamente evaluadas por la respuesta al déficit hídrico en condiciones de campo. Para la evaluación de la tolerancia a la sequía se empleó una adaptación del método previamente descrito por Gómez-Guillamón y Fernández-Muñoz (2021). Un total de 9 plantas por variedad (3 como control y 6 en condiciones de déficit hídrico) se cultivaron en macetas de 7x7x8 cm, con sustrato universal, en cámara de cultivo con condiciones controladas de temperatura (25 °C/18 °C, día/noche) y fotoperiodo (14/10 h luz/oscuridad). Cuando las plantas alcanzaron el estado de 2 hojas verdaderas se sometieron a un régimen de estrés hídrico. Las macetas se regaron por inmersión en agua durante 2 min., manteniéndose posteriormente 4 días sin riego. Tras este período, volvieron a regarse por inmersión durante 2 min. Las evaluaciones de la tolerancia a la sequía se realizaron el cuarto (T4) y séptimo (T7) día después del segundo riego, valorándose el estado de cada planta asignando un valor (score) según una escala entre 0 (ausencia de efectos visibles como consecuencia del déficit hídrico) y 7 (síntomas de marchitez en toda la planta). Además, en ambas fechas se midieron las plantas empleando el sensor foliar Dualox (METOS®), que mide contenido de clorofila (chl), flavonoides (flav), antocianinas (anth) y el NBI (índice del balance de nitrógeno), el sensor PolyPen RP 410/UVIS (PSI (Photon Systems Instruments) spol. s r.o.), con el cual se obtiene el NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada), el MINI-PAM (Walz, Effeltrich, Germany), que evalúa la actividad del fotosistema II (YIELD), y el porómetro de hoja SC-1 (Fabricante Meter Group,

Inc., (Decagon Devices)), que determina la conductividad estomática (CE). En la última fecha, 7 días después del segundo riego, se determinó también el contenido de agua relativo (RWC), siguiendo el método de Jones y Turner (1978).

## Resultados y conclusión

En la primera fecha de evaluación (T4) se observaron los primeros efectos del déficit hídrico, con una reducción general en NDVI. En la segunda fecha de evaluación (T7) se observaron diferencias significativas entre variedades en las puntuaciones asignadas. Se observó efecto de la variedad para los caracteres como la eficiencia del fotosistema II, el contenido de clorofila y antocianinas y la conductividad estomática. El RWC, fue significativamente inferior en las plantas en condiciones de sequía frente a las control (60% vs 90%). También se observó en efecto del déficit hídrico sobre el NBI, menor en las plantas sometidas a déficit hídrico, debido principalmente a un aumento del contenido de flavonoides. Las medidas indirectas con correlación significativa con la puntuación en T7 fueron: RWC (generalmente asociado a la susceptibilidad de las plantas a deshidratación), el contenido de flavonoides y clorofila, NDVI y la conductividad estomática (Figura 1).

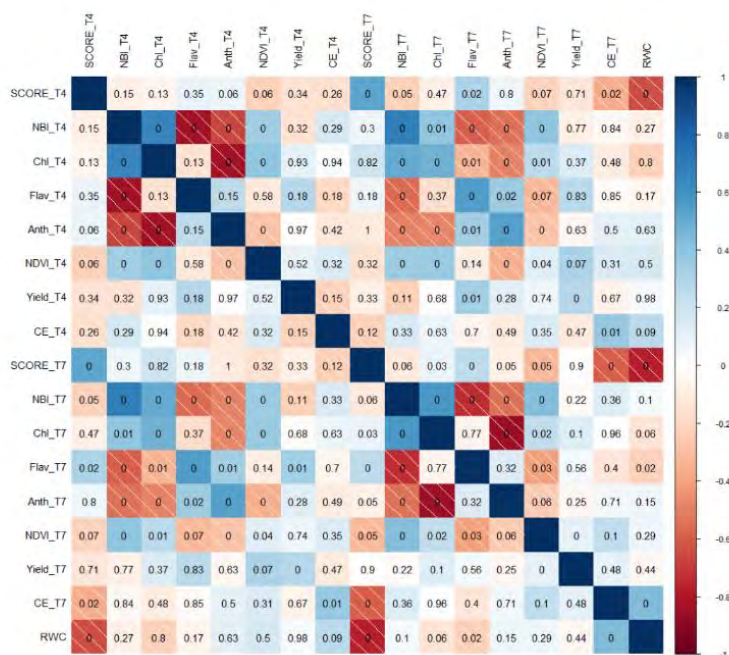


Figura 1. Matriz de correlaciones entre las distintas variables medidas (score, NBI, chl, flav y anth, NDVI, Yield, CE y RWC) a los distintos tiempos (T4 y T7). Se muestra para cada comparación el *p-value* de la correlación de Spearman, negativa en color rojo y positivas en color azul.

Considerando las correlaciones entre las medidas indirectas y las puntuaciones asignadas en el tiempo T7, y teniendo en cuenta el tiempo necesario para la toma de las medidas con el porómetro, el empleo del sensor foliar Dualex, combinado con la determinación de RWC, parece la forma más eficiente para evaluar el efecto del déficit hídrico en plántulas de pepino.

## Referencias

- Gómez-Guillamón, M. L., & Fernández-Muñoz, R. Setting up a Selection Method for Drought Tolerance in Melon Seedlings. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 44, 12-14.
- Jones, M. M., & Turner, N. C. (1978). Osmotic adjustment in leaves of sorghum in response to water deficits. *Plant Physiology*, 61(1), 122-126.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del programa AGROALNEXT (proyecto AGROALNEXT/2022/025), respaldado por el MCIN, con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana; y del proyecto TED (2021-132130B-I00) «Proyectos Estratégicos Orientados a la Transición Ecológica y a la Transición Digital» 2021, financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI).

## **El Dátil Ilicitano como Ingrediente Clave para la reformulación de Preparados Cárnicos más saludables y sostenibles**

Judith Rodríguez Párraga<sup>1</sup>, Ángel Joaquín Ponce Martínez<sup>1</sup>, Estrella Sayas Barberá<sup>1</sup>, Casilda Navarro Rodríguez de Vera<sup>1</sup> y José Ángel Pérez Álvarez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH),  
Universidad Miguel Hernández, Orihuela-03312 Alicante, España  
email: judit.rodriguez@alu.umh.es

Palabras clave: palmera datilera, valorización, pasta de dátil, preparados cárnicos,

### **Introducción:**

El creciente interés por el consumo de alimentos más saludables y sostenibles, ha impulsado el desarrollo de productos cárnicos que muestren un impacto positivo en la salud y hacia el medio ambiente. Entre las estrategias para alcanzar estas metas se encuentra la reformulación de productos cárnicos con nuevos ingredientes no cárnicos, que aporten nuevas propiedades nutritivas y saludables a los productos cárnicos comerciales. Así mismo, se trabaja en línea con una producción sostenible y con el aprovechamiento de coproductos para mejorar la eficiencia de los recursos naturales y promover un sistema alimentario más sostenible, dentro de una economía circular.

Los dátiles presentan una composición excepcional por su contenido en fibra dietética (como  $\beta$ -glucanos), ácidos grasos insaturados (ácidos oleico y linoleico), y una amplia gama de micronutrientes (como riboflavina, niacina, tocoferoles, potasio y calcio). Además, presentan fitoquímicos bioactivos, como ácidos fenólicos, polifenoles, y carotenoides. Todos estos compuestos bioactivos aumentan significativamente sus propiedades funcionales como su actividad antioxidante además de promover efectos beneficiosos para la salud (Fernández-López y col., 2022; Barakat y Alfheaid, 2023). Bajo este enfoque, los dátiles ilicitanos, no comerciales, aparecen como un producto interesante para transformarse en un ingrediente alimentario natural, funcional y sostenible, con propiedades nutritiva y bioactivas. El objetivo de estudio fue el desarrollar un ingrediente alimentario, natural y sostenible a partir del dátil ilicitano, y su aplicación en preparados cárnicos (tipo hamburguesas) para la mejora de su perfil nutricional.

### **Materiales y Métodos:**

*Obtención del ingrediente alimentario a partir de dátil ilicitano.* Dátiles ilicitanos no comerciales, fueron preparados en la planta piloto EPSO-UMH. Los dátiles fueron pelados, deshuesados y picados. La pulpa picada fue lavada en agua en dos fases (1:1) y posteriormente escurrido, para obtener una pasta de dátil con unos 18 °B.

*Elaboración de los preparados cárnicos (tipo hamburguesas).* Se elaboraron 9 lotes de hamburguesas, con las siguientes concentraciones de pasta de dátil, como ingrediente alimentario (0%, 1%, 2% y 3%, 4%, 5%, 6%, 7% y 10%). Todas las hamburguesas presentaron la siguiente composición: carne de ternera (100%), sal (1,5%), perejil (0,5%) y ajo en polvo (0,05%). Tras el picado de la carne y la incorporación de resto de ingredientes se procedió a su homogenización y la separación en 9 lotes para la adición de los diferentes % de pasta de dátil. Finalmente, fueron moldeadas en piezas de 90 g.

De cada lote se determinaron las propiedades tecnológicas: propiedades de cocción, pH y coordenadas de color. El pH se determinó utilizando un pHmetro GLP 21 y para las coordenadas de color se utilizó un espectrofotómetro CM-700d. Para las propiedades de cocción, se pesaron las hamburguesas y se

determinaron los diámetros, antes y después del tratamiento térmico. Los parámetros a calcular fueron: rendimiento por cocción, reducción de diámetro (RD). Después del cocinado, se realizó un el análisis sensorial de las hamburguesas. Todos los resultados fueron expresados por su media y desviación estándar y análisis de la varianza (ANOVA) fue realizado en el programa estadístico SPSS (v. 27.0 SPSS).

## Resultados y conclusiones

En la tabla 1 se resumen los resultados de los lotes de hamburguesas con pasta de dátil a diferentes %.

Tabla 1.- Media y desviaciones estándar de los parámetros fisicoquímicos y de cocción obtenidos para los diferentes lotes de hamburguesas elaboradas

LOTES		pH	L*	a*	b*	% Rendimiento de cocción
CONTROL	Media	6.05	43.10	9.01	7.63	80.63
	Desv.	0.07	3.43	3.96	1.20	3.43
1%	Media	6.30	36.87	8.90	13.60	82.65
	Desv.	0.02	2.35	0.30	0.87	0.78
2%	Media	6.07	36.87	8.53	13.23	88.25
	Desv.	0.01	0.31	2.35	0.72	0.35
3%	Media	6.04	34.10	9.93	12.07	87.15
	Desv.	0.01	1.65	1.24	0.38	0.21
4%	Media	6.30	36.87	8.90	13.60	86.20
	Desv.	0.02	2.35	0.30	0.87	2.23
5%	Media	6.07	36.87	8.53	13.23	88.75
	Desv.	0.01	0.31	2.35	0.72	0.35
6%	Media	6.04	34.10	9.93	12.07	87.15
	Desv.	0.01	1.65	1.24	0.38	0.21
7%	Media	5.98	37.16	13.49	7.61	79.45
	Desv.	0.17	0.24	0.57	0.03	3.13
10%	Media	5.97	38.36	11.55	6.35	75.33
	Desv.	0.05	0.08	0.21	0.07	2.21

La incorporación de dátil, no afectó al pH, pero si afectó a las coordenadas de color y a las propiedades de cocción, observando un aumento de rendimientos a concentraciones intermedias ( $P < 0.05$ ). Respecto a los resultados del análisis sensorial tras la cocción, mostró que las muestras con dátiles presentaron muy buena aceptación. Se concluye, que la reformulación de preparados cárnicos con pulpa de dátil como ingrediente alimentario es una buena estrategia, con efectos tecnológicos positivos en las propiedades de cocción y sensoriales, además, se contribuye a la valorización de dátiles no comerciales y se promueve la cultura local. y se impulsa nuevas oportunidades para todos los operadores de la cadena de valor alimentaria.

## Referencias

- Barakat, H., & Alfheaid, H. A. (2023). Date Palm Fruit (*Phoenix dactylifera*) and Its Promising Potential in Developing Functional Energy Bars: Review of Chemical, Nutritional, Functional, and Sensory
- Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, E., Navarro-Rodríguez de Vera, C., & Pérez-Álvarez, J. Á. (2022). Biological, nutritive, functional and healthy potential of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.): Current research and future prospects. *Agronomy*, 12(4), 876.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha contado con el apoyo del Plan Complementario de Agroalimentación (AGROALNEXT-059) financiado por MCIN con fondos NextGenerationEU de la Unión Europea (PRTR.C17.I1) y la Generalitat Valenciana, con el título: “Valorización integral de recursos agroalimentarios tradicionales de la Comunitat Valenciana. Desarrollo de nuevos productos de uso agrícola y alimentario a partir del dátil ilicitano. Reconocimiento a la Catedra Palmeral de Elche de la UMH por todo su apoyo y al Programa IDIES.

## PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PIMIENTO BLANCO DE VILLENA

Ana Fita<sup>1\*</sup>, Marisa Jimenez-Perez<sup>1</sup>, Estela Moreno<sup>1</sup> y Adrián Rodríguez-Burruezo<sup>1</sup>

1: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera SN, CP 46022, Valencia, España.

e-mail: anfife@btc.upv.es

**Palabras clave:** diversificación agroalimentaria, sabor, aroma, valorización variedades locales

**Introducción y objetivo:** Como puerta de entrada de nuevas especies desde el descubrimiento de América, España se convirtió en un centro de diversificación del pimiento, con gran diversidad tanto morfológica como molecular (Pereira *et al.* 2019). Esta diversidad es la consecuencia del cultivo y adaptación local por selección artesanal de los agricultores. Así, a lo largo de generaciones se ha desarrollado un extraordinario número de variedades locales adaptadas a determinadas zonas de cultivo, usos y preferencias alimentarias. Este es el caso del Pimiento Blanco de Villena. Este pimiento es un pimiento de tipo 'wax', que se ha conservado en la zona de Villena y Vall D'Albaida. Desde hace varios años el grupo de mejora de pimientos del COMAV ha trabajado tanto en tipificar el material local como en su valorización y mejora genética.

Un objetivo del proyecto HortNext es valorizar variedades hortícolas infrautilizadas que pueden aportar nuevos sabores y mejorar la aportación de elementos saludables a la dieta. Una gran parte del proceso de (re)valorización pasa por que el consumidor sea capaz de reconocer, apreciar y demandar un determinado producto en el mercado, otorgándole unas propiedades diferenciadas. Siendo la valoración visual y percepción gustativa/sensorial fundamental. Por este motivo, el objetivo del presente estudio fue caracterizar el perfil de cata de diversas variedades o selecciones dentro de la tipología de Pimiento Blanco que se cultiva en Villena y su comparación con variedades comerciales de referencia.

**Material y métodos:** Como material vegetal se utilizaron 10 accesiones de pimiento blanco, i.e. selecciones mejoradas de fuentes locales de agricultores, y 4 variedades tipo wax comerciales (Monanta, Bacskai, Feherozon y Cynthia). Las plantas fueron cultivadas en campos de agricultores locales del área de Villena y se recolectaron en su momento óptimo de madurez comercial: inmaduro blanco antes del inicio de la síntesis de carotenoides. Los frutos se trasladaron al laboratorio donde se lavaron y trocearon para realizar la cata. La cata se realizó por un panel de ocho catadores semientrenados. Todos los parámetros se evaluaron en una escala de 0 a 5. Los parámetros evaluados fueron: i) dureza de la piel, siendo 0 blanda y 5 muy dura; ii) textura, siendo 0 suave y 5 crujiente; iii) sabor, siendo 0 no agradable y 5 muy dulce y sabroso; y iv) aroma, siendo 0 ningún aroma y 5 muy aromático. En el presente trabajo se estudió i) la diversidad de selecciones de variedades locales de este tipo varietal para parámetros sensoriales, y ii) si los parámetros empleados habitualmente en la caracterización sensorial de pimientos comunes son útiles para estos tipos tan particulares.

**Resultados y conclusión:** El valor promedio de la dureza de la piel para las variedades testadas se situó en 3,72 aunque existieron diferencias significativas entre las diferentes accesiones. Especialmente destacaron por su dureza las variedades de PV4, PV5, PV6, PV7, PV8 y PV9. La dureza de la piel es un parámetro determinante para el tipo de uso de los pimientos. Así en los pimientos que se consumen en fresco o

minimamente procesados (fritura, plancha) no se valora positivamente una gran dureza de la piel. Sin embargo, para pimientos para asar, hervir y enlatar o en encurtidos esta resistencia de la piel resulta fundamental para resistir el procesado y llegar al consumidor con una textura adecuada. La textura media de los tipos evaluados se situó en 2.91. Esto indica que los pimientos, en general, no fueron percibidos como muy crujientes, aunque existieron diferencias entre las diferentes genotipos. Monanta (C1) destacó por su alto valor en textura. De nuevo el uso que se le dé a los pimientos es importante, pues valores más altos estarían asociados a pimientos consumidos en fresco que no es tan habitual para los pimientos tipo wax. Finalmente, los valores promedio de sabor y aroma fueron 2.4 y 2.9 respectivamente. Estos valores son moderados y parecen menores a los que se deducirían de los niveles de azúcares solubles que se han descrito para estos tipos anteriormente, en torno a 25 g de azúcares totales /kg de peso fresco (Jimenez-Perez *et al.*, 2023). Hay que tener en cuenta que estos pimientos se cosechan en estado inmaduro, lo que se traduce en un contenido en azúcares inferior, aproximadamente la mitad, de lo que alcanzan la madurez fisiológica que es cuando se consumen los pimientos rojos, por lo que la percepción de dulzor es siempre menor que en estos. Aún así, los resultados mostraron variación entre las accesiones evaluadas lo que permitirá seleccionar tipos con diferentes combinaciones de sabor/textura etc. Se puede concluir que dentro de las variedades y selecciones estudiadas se pueden distinguir entre las que son adecuadas para su procesado o uso asadas y las más adecuadas para ensaladas. En general, como se esperaba por el estado de madurez al que se cosechan, no se distinguen por aportar un sabor dulce. Más bien por sus notas herbáceas en la nariz y en la masticación, especialmente en ensalada o tras el asado o la plancha y, en los casos de accesiones de piel dura, en el encurtido. En el presente trabajo se han identificado varias accesiones aptas para cada uno de estos usos. Asimismo, los parámetros empleados para su caracterización sensorial son útiles, aunque sería importante algún otro que identifique los matices herbáceos del aroma y flavor propios de este tipo tan particular.

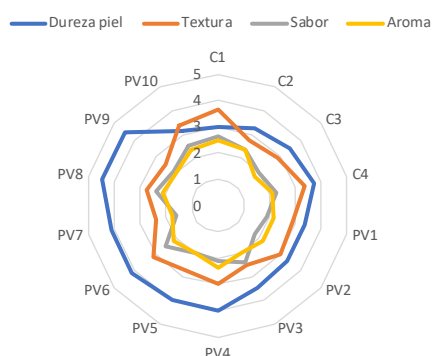


Figura 1. Izquierda: Detalle de PV9 donde se observa el fenotipo típico de los pimientos blancos de Villena. Derecha: diagrama radial donde se muestran los valores de cata de los 14 genotipos de pimiento blanco.

## Referencias:

Jiménez-Perez, M, Moreno Peris, E., Adalid-Martinez, A.M., Fita, A., Rodríguez-Burruezo, A (2023). Study of Spanish wax peppers (*Capsicum annuum* L.) and their experimental hybrids under organic conditions. En: 18th EUCARPIA Meeting Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. (51). Plovdiv, Bulgaria.

Pereira-Dias, L., Vilanova, S., Fita, A., Prohens, J., & Rodríguez-Burruezo, A. (2019). Genetic diversity, population structure, and relationships in a collection of pepper (*Capsicum* spp.) landraces from the Spanish centre of diversity revealed by genotyping-by-sequencing (GBS). *Horticulture research*, 6.

**Agradecimientos:** Esta publicación ha sido financiada parcialmente por el proyecto AGROALNEXT/2022/027 dentro del programa AGROALNEXT que cuenta con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGeneration EU (PRTR-C17.11) y de la Generalitat Valenciana, también por el proyecto AGRVAL/2023/023 de la Generalitat Valenciana.

## Aceites esenciales de coníferas contra plagas de pulgón: La unión hace la fuerza

José Luis Casas<sup>1\*</sup>, María López Santos-Olmo<sup>1</sup>, Elisa Garzo<sup>3</sup>, Charlotte Ndiribe<sup>2</sup>, Alberto Fereres<sup>3</sup> y M<sup>a</sup> Ángeles Marcos-García<sup>1</sup>

1: Unidad Asociada CSIC-UA IPAB (Interacciones Planta-insecto y Agentes de Biocontrol). Instituto de Investigación CIBIO (Centro Iberoamericano de la Biodiversidad). Universidad de Alicante, Ctra. San Vicente del Raspeig s/n 03690-San Vicente del Raspeig (Alicante).

e-mail: jl.casas@ua.es

2: Universidad de Lagos (Nigeria). Dirección actual: Instituto de Investigación CIBIO (Centro Iberoamericano de la Biodiversidad). Universidad de Alicante.

3: Unidad Asociada CSIC-UA IPAB (Interacciones Planta-insecto y Agentes de Biocontrol). Instituto de Ciencias Agrarias (ICA). CSIC. Madrid.

**Palabras clave:** Insecticidas naturales, manejo integrado de plagas, enemigos naturales, gráfico de penetración eléctrica (EPG).

**Introducción y objetivo.** La aplicación de estrategias de manejo integrado de plagas al control de pulgones en invernadero sigue siendo un reto de primera magnitud para ofrecer alternativas al empleo de insecticidas químicos y es, más que nunca, una prioridad. En este reto, los aceites esenciales constituyen algo más que una promesa, aunque todavía existen algunas limitaciones que son necesarias superar para generalizar su uso como insecticidas naturales. Los aceites esenciales son mezclas altamente diversas de compuestos volátiles y semivolátiles que se obtienen de algunas plantas mediante procesos de hidrodestilación, destilación a vapor, destilación seca o el prensado mecánico en frío (para el caso de los cítricos). Los aceites esenciales son particularmente abundantes en familias como Lamiaceae, Myrtaceae, Umbelliferae, Lauraceae o Rutaceae, pero también en especies de coníferas, que sin ser tan conocidas como las familias anteriores, algunas especies de Pinaceae y Cupressaceae también han sido consideradas tradicionalmente como relevantes desde el punto de vista etnobotánico (El Omari et al., 2021; Batiha et al., 2023). El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de dos aceites esenciales obtenidos a partir de hojas de pino (*Pinus halepensis*) y ciprés (*Cupressus sempervirens*), tanto por separado como en mezclas, sobre el pulgón *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) y su enemigo natural la larva del sirfido *Sphaerophoria rueppelli* (Diptera: Syrphidae).

**Material y métodos.** Los aceites esenciales de pino (*P. halepensis*) y ciprés (*C. sempervirens*) fueron obtenidos por hidrodestilación. La actividad biológica de los aceites se caracterizó mediante dos ensayos. 1. **Bioensayos de mortalidad del pulgón:** el ensayo se realizó en placas Petri de 5,5 cm de diámetro con papel de filtro humedecido en la base y un disco de hoja de pimiento (*Capsicum annuum* L.) de 1,7 cm de diámetro sobre el que se colocaron 10 adultos ápteros de *M. persicae*. Los aceites esenciales, disueltos en acetona, se aplicaron por pulverización sobre el disco de hoja de pimiento y los pulgones a diferentes dosis (Tabla 1) y con un volumen total de 1 mL por disco. 2. **Bioensayos de mortalidad de enemigos naturales de pulgones:** Se utilizaron larvas de *Sphaerophoria rueppelli*. Los ensayos fueron esencialmente similares a los de pulgón, pero se colocaron 2-3 larvas directamente sobre los discos de papel. En todos los casos, las placas se mantuvieron a 24 ± 2°C y 60% HR en cámara de cultivo. Se realizaron conteos del número de pulgones muertos tras 24 y 48h de exposición. Para valorar el efecto de los aceites en el comportamiento alimentario del pulgón: se utilizó la técnica de **gráficos de penetración eléctrica (EPG)**, realizándose registros de 8 h de duración.

**Resultados y conclusión.** El aceite esencial de ciprés, liderado en su composición por un monoterpenoide bicíclico como el  $\alpha$ -pineno, provocó unos porcentajes de mortalidad frente a *Myzus persicae* del 12-35% a las 24 h de tratamiento y 14-44% a las 48 h en función de la dosis aplicada (Tabla 1). Por su parte, el aceite

esencial de pino, cuyo componente mayoritario es, sin embargo, un sesquiterpenoide como el **cariofileno**, resultó más eficaz, con una mortalidad del 36-77% a las 24 h y del 43-90% a las 48 h, también en función de la dosis aplicada (Tabla 1). De manera muy relevante, la combinación entre ambos aceites fue más eficaz que los aceites por separado, alcanzando una mortalidad del 96% a las 24 h y del 98% a las 48 h (Tabla 1), lo que sugiere la aparición de efectos sinérgicos que, por el momento, no han conseguido ser explicados ni caracterizados.

**Tabla 1. Mortalidad de pulgones tratados con aceites esenciales de pino y ciprés.**

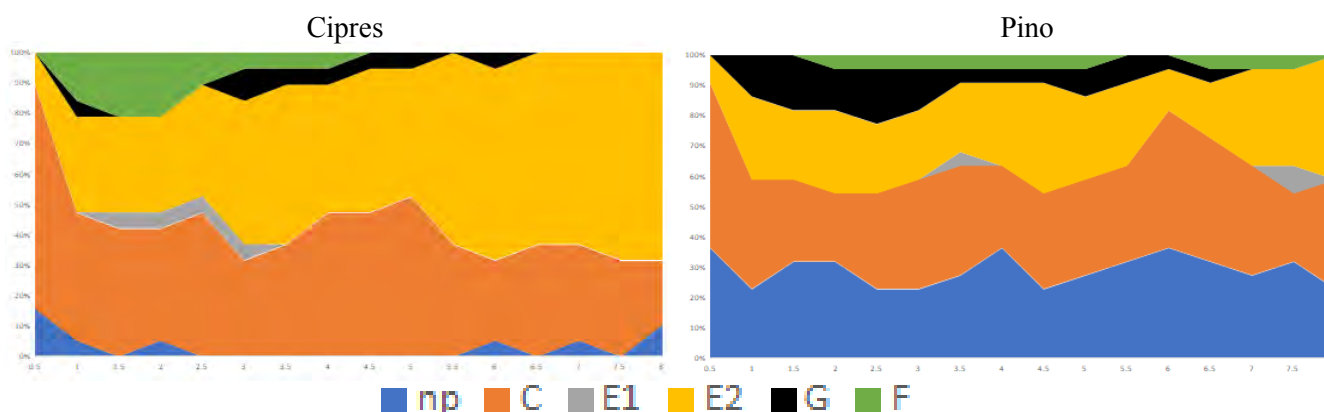
Tratamiento	Dosis (µl/ml) <sup>1,2</sup>	Mortalidad (%) de <i>Myzus persicae</i>	
		24 h	48 h
Aceite esencial de ciprés	4	12,0±1,4	13,5±1,4
	0	35,0±1,9	43,5±2,2
Aceite esencial de pino	4	36,0±1,7	43,3±1,6
	16	77,0±2,2	90,0±1,7
Mezcla de aceites esenciales de pino y ciprés	4	55,3±14,1	72,3±3,2
	8	85,3±8,1	89,7±7,6
	16	96,3±4,0	98,0±3,5

<sup>1</sup>Los aceites esenciales se aplican disueltos en acetona.

<sup>2</sup>En el caso de las mezclas, las dosis indican el volumen total de aceite aplicado, obtenido sumando la mitad de cada especie.

Los resultados sugieren que el aceite de coníferas, particularmente de pino, pueden constituir una alternativa prometedora como insecticida natural, sobre todo si se usan combinados. Así lo avala también la baja tasa de mortalidad de estos aceites (generalmente inferior al 20%) frente a larvas del sírfido *S. rueppellii* (eficiente depredador de pulgones en los invernaderos mediterráneos). Finalmente, el análisis por EPG (Figura 1) reveló que mientras que el aceite de ciprés prácticamente no altera el proceso alimentario de los pulgones, el de pino fue capaz de reducir el porcentaje de pulgones

que realizaron una ingestión (onda E2) continuada de fluido floemático del cual se alimenta, observándose una mayor duración de la fase “no prueba” (Figura 1). Esto pone de manifiesto que el aceite de pino puede alterar el comportamiento alimentario del pulgón.



**Figura 1.** Porcentaje de pulgones que realizan una determinada actividad asociada al comportamiento alimentario en intervalos de 30 minutos sobre las 8h totales del registro de EPG en plantas de pimiento tratadas con aceite esencial de ciprés (A) y pino (B). Leyenda: np: no prueba, C: movimiento de los estiletes entre los espacios intracelulares, G: ingestión de savia xilemática, F: descarrilamiento de los estiletes, E1 y E2 salivación e ingestión respectivamente, en célula floemática.

## Referencias.

El Omari, N., Guaouguau, F.E., El Menyiy, N., Benali, T., Aanniz, T., Chamkhi, I. et al. 2021. Phytochemical and biological activities of *Pinus halepensis* mil., and their ethnomedicinal use. *Journal of Ethnopharmacology* 268, 113661. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113661>.

Batiha, G.E.-S., Teibo, J.O., Shaheen, H.M., Akinfe, O.A., Awad, A.A., Teibo, T.K.A., Alexiou, A., Papadakis, M. 2023. Bioactive compounds, pharmacological actions and pharmacokinetics of *Cupressus sempervirens*. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology* 396:389–403. <https://doi.org/10.1007/s00210-022-02326-z>.

**Agradecimientos.** Este trabajo forma parte del Proyecto AGROALNEXT/2022/052-BIOPESTNEW que ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades con fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia a través de la Conselleria de Educación, Universidades y Empleo de la Generalitat Valenciana.



# AGROALNEXT



Línea estratégica 2: Garantía de suministro de alimentos sanos, seguros, sostenibles y accesibles



## COMUNICACIONES ORALES WP2

## PELÍCULAS DE PHBV CON EXTRACTOS DE PAJA DE ARROZ PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CERDO

Eva Moll<sup>1\*</sup>, Maite Cháfer<sup>1</sup>, Amparo Chiralt<sup>1</sup>

1: Instituto de Ingeniería de los Alimentos FoodUPV, Universitat Politècnica de València  
46022, València, Spain  
e-mail: evmolmon@upvnet.upv.es

**Palabras Clave:** PHBV, Paja de arroz, Envasado activo, Conservación de la carne, Actividad antimicrobiana.

### Introducción y objetivos

Entre los grandes retos a los que se enfrenta la industria del envasado alimentario podemos encontrar la necesidad de evitar el desperdicio alimentario, alargando la vida útil de los alimentos, y la urgencia de minimizar los actuales problemas de contaminación derivados del uso de plásticos convencionales. El Poli(3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato) o PHBV es un material biodegradable y biosintetizado a partir de recursos renovables que representa una buena alternativa para el envasado de alimentos. Por otro lado, la paja de arroz (PA), un subproducto alimentario que se genera en gran cantidad en todo el mundo, y específicamente en la Comunidad Valenciana, contiene compuestos fenólicos (Freitas et al., 2023), como el ácido ferúlico, el p-cumárico o el protocatecuico (Menzel et al., 2020). Estos compuestos, con capacidad antioxidante y antimicrobiana, se pueden extraer de la PA para su incorporación al PHBV y, así, obtener materiales de envase activos biodegradables que ayuden a mitigar los problemas comentados. El objetivo de este trabajo fue analizar la capacidad de conservación de la carne de cerdo de bolsas de PHBV con un extracto activo de la paja de arroz, obtenido por extracción con agua subcrítica a 180 °C.

### Material y métodos

Se utilizó TSB y MRS (Labbox, Barcelona, España), PCA y VRB (Scharlab, Valencia, España) y agua de peptona para los ensayos microbiológicos y ácido tiobarbitúrico (Acros Organics B.V.B.A., USA) y ácido tricloroacético (PanReac AppliChem, España) para el ensayo de TBARS. La carne de cerdo (secreto ibérico) se adquirió en una carnicería local (El Rebot d'Alboraia, Valencia, España).

El extracto de paja de arroz (especie *Oryza sativa* L y variedad J. Sendra, arrozales de l'Albufera, València, España) se obtuvo con agua (relación 1:10) de la paja triturada y tamizada ( $\phi < 0.6$  mm), en un reactor a presión (Modelo 1-T-A-P-CE, Amar Equipment PVT.LTD, Mumbai, India) a 180 °C y 13 bares durante 30 min. Se separó la fracción sólida de la disolución por filtración a vacío y esta última se liofilizó. Se incorporó un 6% del extracto seco al PHBV (TianAn Biopolymer, Ningbo, China) por mezclado fundido a 170 °C y 50 rpm durante 5 minutos en un mezclador interno (Haake PolyLab QC, Thermo Fisher Scientific, Alemania) y se obtuvieron films en una prensa de platos calientes (Modelo LP20, Labtech Engineering, Tailandia). En las mismas condiciones se obtuvieron también films control de PHBV, además de los que contenían el extracto (E180). Para la obtención de las bolsas, los films se termosellaron utilizando tiras de policaprolactona o PCL (Sigma-Aldrich, Madrid, España) como adhesivo.

Se envasaron unos 25g de carne de cerdo por cada bolsa, termosellándolas con PCL en condiciones estériles. Las muestras de carne (2 bolsas por tiempo) se analizaron a 0, 4, 8, 12 y 16 días de almacenamiento a 4 °C en sus propiedades fisicoquímicas (pH, color, y TBARS) y microbiológicas (viables totales (TV), bacterias

psicotróficas (PT), coliformes totales (TC) y bacterias ácido lácticas (BAL)). Se utilizó un control adicional de muestras envasadas en bolsas de polietileno de baja densidad (LDPE) comerciales.

## Resultados y conclusión

La humedad inicial de las muestras de carne fue del 63.6% y perdieron entorno a un 3-5% de agua al final del almacenamiento, por exudación o evaporación a través del envase, siendo la pérdida ligeramente menor en el envase de LDPE menos permeable a la humedad. En cuanto al pH, las muestras almacenadas con PHBV con extracto de paja de arroz mostraron un valor más constante con el tiempo (en torno a 6), mientras que las muestras de LDPE mostraron un aumento de la alcalinidad, probablemente debido a la actividad microbiana y degradación de las proteínas, que genera compuestos aminados. La oxidación de la carne (lípidos y pigmentos) fue preservada por la presencia de extracto en el PHBV del envase, tal como se dedujo de los menores valores de TBARS (Figura 1), así como de la mejor conservación del color. Las muestras envasadas en PHBV mantuvieron mejor su estado de oxidación que las envasadas en LDPE debido a su menor permeabilidad al oxígeno. La actividad antioxidante y antibacteriana del extracto (Freitas et al., 2023) tuvo un efecto muy positivo en la conservación de la carne. Esta última se reflejó en menores recuentos microbianos para todas las bacterias probadas durante los primeros 14 días de almacenamiento en que se alcanzó el límite de  $10^6$  UFC en los viables totales, límite que se alcanzó a tiempos mucho más cortos en los materiales sin extracto. Las bolsas con extracto de paja de arroz fueron también efectivas en el control del crecimiento de las bacterias coliformes y psicotróficas.

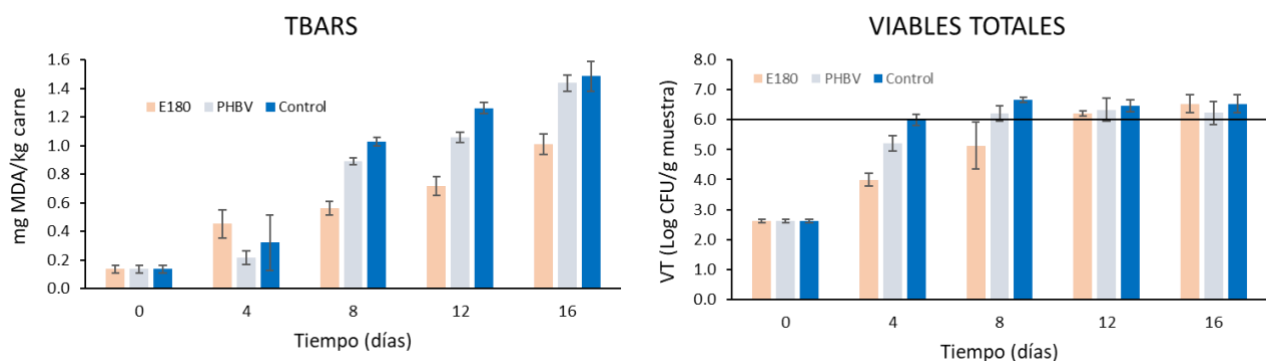


Figura 1. Resultados del índice de TBARS (izquierda) y los recuentos de las viables totales (derecha) con respecto al tiempo de las muestras de carne de cerdo almacenada a 4°C

Por lo tanto, las bolsas de PHBV con extracto de la paja de arroz (E180) mejoraron la conservación de la carne envasada con respecto a las bolsas de PHBV y de LDPE, reduciendo la velocidad de oxidación de las grasas y pigmentos (cambios de color), el cambio del pH y en el crecimiento bacteriano y alargando la vida útil del producto. Son necesarios estudios en otros sustratos alimentarios para validar la eficacia del extracto de la paja como componentes activos de materiales de envasado.

**Agradecimientos:** Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/026) financiado por la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y el proyecto CIPROM/2021/071 (Generalitat Valenciana). E.M. agradece la subvención PRE2020-091929 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

## Referencias:

- Freitas, P. A. V., González-Martínez, C., & Chiralt, A. (2023). Active Poly (Lactic Acid) Films with Rice Straw Aqueous Extracts for Meat Preservation Purposes. *Food and Bioprocess Technology*. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03081-6>
- Menzel, C., González-Martínez, C., Vilaplana, F., Diretto, G., & Chiralt, A. (2020). Incorporation of natural antioxidants from rice straw into renewable starch films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 146, 976–986. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.09.222>

## OBTENCIÓN DE FIBRAS DE CELULOSA A PARTIR DE CÁSCARA DE ALMENDRA COMBINANDO LA EXTRACCIÓN CON AGUA SUBCRÍTICA Y EL BLANQUEO CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

Irene Gil-Guillén<sup>1\*</sup>, Chelo González-Martínez<sup>1</sup> y Amparo Chiralt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos - FoodUPV, Universitat Politècnica de València,  
46022 Valencia, Spain  
e-mail: igilgui@upv.es

**Palabras clave:** extracción subcrítica, almendra, blanqueo, celulosa.

### Introducción y objetivo

La producción de almendras genera una gran cantidad de residuos cuya valorización aún no ha sido totalmente explorada. El interés en estos subproductos ha experimentado un notable incremento debido a su alto contenido de compuestos bioactivos. Asimismo, la presencia de celulosa en los residuos de almendra hace que sea un material versátil y atractivo para la producción de diversos materiales, incluyendo envases biodegradables. La búsqueda de métodos de extracción sostenibles y amigables con el medio ambiente para la separación de compuestos de interés es crucial. La extracción en agua en condiciones subcríticas (SWE) es una alternativa de interés dado su alto y específico poder solvente. El objetivo de este estudio es la valorización de los subproductos de la almendra (cáscaras) empleando la SWE para la obtención de fracciones ricas en fenoles (extractos) o en celulosa (residuos de la extracción). Las fracciones celulósicas se han purificado mediante blanqueo con agua oxigenada para su aplicación en materiales biodegradables de envasado [1].

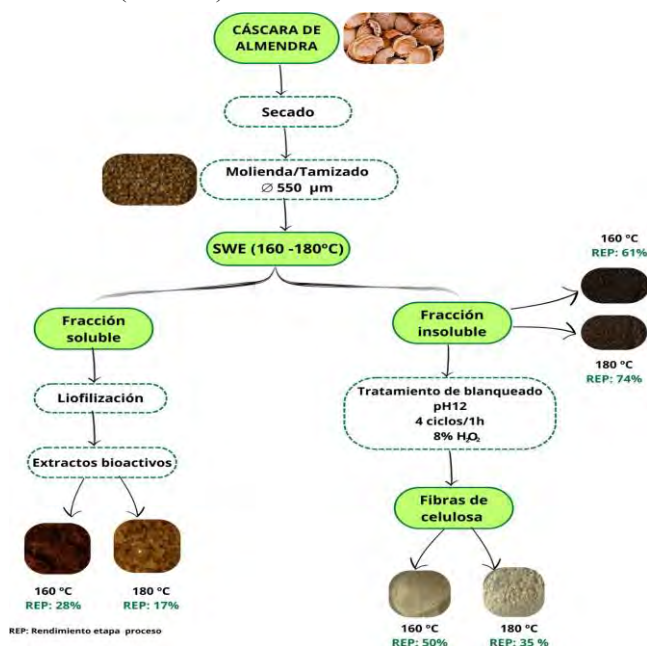
### Material y métodos

La cáscara de almendra (CA), suministrada por Importaco SA (Valencia, España), se secó a  $45 \pm 2$  °C durante 2 días, se molió y tamizó (tamaño inferior a 0,180 mm) y se procedió a su extracción. Esta se llevó a cabo en un reactor a presión, con una proporción CA: agua destilada de 1:6 (p/w). Las condiciones fueron 160 °C, 7 bar y 180 °C, 15 bar, a 150 rpm, durante 30 min. Tras cada extracción, se filtraron las dispersiones de CA, obteniendo los residuos de extracción (R160 y R180) y los extractos (E160 y E180). Los residuos fueron sometidos a un proceso de blanqueo, para la obtención de fibras de celulosa, con peróxido de hidrógeno al 8%, en proporción 30:1 respecto al sólido, a 40°C y pH 12. Se realizaron 4 ciclos de 1 hora. Los diferentes productos se analizaron en su contenido en proteína, cenizas y polímeros estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) según el método estándar (NREL/TP-510-42618—2008) [2].

### Resultados y conclusión:

La Figura 1 muestra el diagrama de flujo del proceso aplicado para el fraccionamiento de CA, con el rendimiento, en porcentaje, obtenido de cada etapa del proceso (masa de sólidos secos a la salida/masa de sólidos secos a la entrada). El rendimiento en los extractos sólidos (E-160 y E-180), ricos en fenoles, fue menor a 180 °C (17%) que a 160 °C (28%), mientras que el de los residuos lignocelulósicos (R-160 y R-180) fue mayor a 180 °C (74%) que a 160 °C (61%), siendo la suma de ambos a cada temperatura del orden del 90 %. La mayor extracción en el tratamiento a 160 °C, sugiere un mayor enriquecimiento en celulosa del R160. Los rendimientos del blanqueo de las muestras R160 y R180 fueron del 50 y 35 %, respectivamente,

coherentemente con una mayor eliminación de compuestos no celulósicos en la muestra R180. Los rendimientos globales en fibras blanqueadas (g/100 g de CA seca) fueron de 31 y 26 %, respectivamente, para los tratamientos a 160 y 180 °C. La pureza en celulosa obtenida en cada caso se da en la tabla 1, siendo del orden del 75 %, sin diferencias significativas entre las muestras blanqueadas. Los contenidos en proteínas y cenizas fueron muy similares en ambas muestras, pero la muestra obtenida a 180 °C presentó menores contenidos en lignina y hemicelulosa (Tabla 1).



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso utilizado para el fraccionamiento de la cáscara de almendra (CA).

**Tabla 1.** Composición química en términos de lignina, celulosa, hemicelulosa, cenizas y proteínas. Letras de subíndice diferentes indican diferencias significativas entre muestras del mismo grupo (prueba de Fisher,  $p < 0,05$ ).

Muestra	Lignina Klason (% peso)	Celulosa (%peso)	Hemicelulosa (%peso)	Cenizas (%peso)	Proteína
CA	21,9 ± 1,1 <sup>a</sup>	23 ± 3 <sup>c</sup>	23,0 ± 4,0 <sup>a</sup>	1,97 ± 0,2 <sup>c</sup>	4,66 <sup>a</sup>
R160	22,1 ± 0,7 <sup>a</sup>	45 ± 2 <sup>b</sup>	20,7 ± 0,8 <sup>a</sup>	2,46 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,13 <sup>b</sup>
R180	23,5 ± 0,8 <sup>a</sup>	40 ± 1 <sup>b</sup>	14,6 ± 1,3 <sup>b</sup>	2,12 ± 0,1 <sup>b</sup>	1,88 <sup>c</sup>
R160-4C	17,0 ± 2,0 <sup>b</sup>	74 ± 7 <sup>a</sup>	20,7 ± 1,2 <sup>a</sup>	4,28 ± 0,4 <sup>a</sup>	2,13 <sup>b</sup>
R180-4C	13,0 ± 1,1 <sup>c</sup>	76 ± 5 <sup>a</sup>	15,0 ± 2,0 <sup>b</sup>	4,16 ± 0,3 <sup>a</sup>	1,88 <sup>c</sup>

En conclusión, fue posible obtener fibras de celulosa de la CA con un rendimiento del 26-31 % y una pureza del orden del 75 % mediante aplicación de la extracción en agua subcrítica a 160 o 180 °C y blanqueo con agua oxigenada. No obstante, hay gran variabilidad en la pureza obtenida que es atribuible al heterogéneo tamaño de partícula de la CA. Una reducción del mismo podría conllevar mejoras en el proceso de purificación.

## Referencias

- [1] Freitas, P.A.V.; Martín-Pérez, L.; Gil-Guillén, I.; González-Martínez, C.; Chiralt, A. Subcritical Water Extraction for Valorisation of Almond Skin from Almond Industrial Processing. *Foods* **2023**, *12*, 3759. <https://doi.org/10.3390/foods12203759>
- [2] Sluiter, A. Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass: Laboratory Analytical Procedure (LAP); Technical Report, Version 07-08-2011; National Renewable Energy Laboratory: Golden, CO, USA, 2008; p. 18.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/026) y el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1), y el proyecto CIPROM/2021/071 (Generalitat Valenciana).

## CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, AGRONÓMICA Y DE COMPOSICIÓN DEL GERMOPLASMA DE LA TOMATA VALENCIANA

**Nicolás Arroyo Fernández, María del Rosario Figàs Moreno, Cristina Casanova Calancha,  
Elena Soler Calabuig, Miquel Martínez Busó, Ramón Gabriel Rico, Jaime Prohens Tomás,  
Salvador Soler Aleixandre**

Grup de Conservació i Millora de Varietats Tradicionals Valencianes, Institut de Conservació i  
Millora de l'Agrodiversitat Valenciana, Universitat Politècnica de València.  
Camí de Vera 14, 46022 València.  
e-mail: salsoal@upvnet.upv.es

Palabras clave: germoplasma, tomate, variedades tradicionales

### Introducción y objetivo

La 'Tomata Valenciana' es una variedad tradicional valenciana con excepcionales características de calidad organoléptica. El cultivo de esta variedad tradicional se encuentra en expansión, con una producción comercializada en 2023 superior al millón de kilos y un valor de esta producción de más de 2 millones de euros. La creación en 2019 de la "Associació de Productors i Comercialitzadors de la Tomata Valenciana" (APCTV) tuvo como principal objetivo la promoción del cultivo y consumo de esta variedad de tomate. Además, se perseguía garantizar la buena conservación y uso en el tiempo de las variedades tradicionales de tomate valenciano. Las actividades que se han llevado a cabo en este trabajo van encaminadas a desarrollar la labor de la conservación y uso más adecuado del germoplasma de la 'Tomata Valenciana' y se han hecho en colaboración con dicha asociación.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar a distintos niveles el germoplasma de la 'Tomata Valenciana' conservado por el Grup de Conservació i Millora de la Tomata Valenciana que forma parte del COMAV de la UPV. Este trabajo, realizado en colaboración con la APCTV, ha permitido conocer este germoplasma para establecer las estrategias más adecuadas para su conservación en un futuro. Además, nos ha permitido realizar su tipificación como producto único, diferenciado y de calidad.

### Material y métodos

Se utilizaron 50 entradas de tomate procedentes del Institut Universitari de Conservació i Millora de l'Agrodiversitat Valenciana (COMAV) catalogadas en datos de pasaporte como tomate 'Valenciana'. Se usaron la línea VLT (variedad de 'Tomata Valenciana' portadora del gen  $Tm2^2$ ) y la variedad comercial ZAASTO-009 como controles. El ensayo se estableció al aire libre, en una parcela ubicada en el municipio de Alcàsser (València). De cada entrada se cultivaron 12 plantas organizadas en 3 bloques al azar con 4 plantas por bloque. Las plantas se cultivaron inicialmente protegidas en túnel de manta térmica. Posteriormente, se entutoraron empleando una estructura de barraca con cañas. Cuando se produjo la floración del segundo racimo, se embolsaron los racimos de una de las 4 plantas de cada bloque para obtención de semilla de autofecundación controlada. El riego se realizó por goteo y la nutrición vía fertirrigación.

Para la caracterización morfoagronómica de planta y fruto se utilizaron un total de 73 descriptores o características, de los cuales 50 son cuantitativos, 21 semicualitativos y 2 cualitativos. Los caracteres se

evaluaron en 3 plantas de cada bloque. Se evaluaron un total de 15 características de composición del fruto. Se empleó el programa Statgraphics Centurión XVIII para obtener de cada carácter la media, rango y coeficiente de variación. También se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con los valores medios de todos los caracteres.

## Resultados y discusión

Los datos obtenidos indican que, de las 50 entradas caracterizadas, 43 pertenecen al tipo varietal ‘Tomata Valenciana’. A partir de las características de intensidad del hombro del fruto, color del fruto inmaduro y el apuntamiento del fruto se ha podido comprobar la existencia en la colección de las tipologías de ‘Tomata Valenciana’ ‘Masclat’ y ‘Blanca’ (Figás et al., 2017). Destacar que la caracterización efectuada de fruto ha permitido identificar entradas de ‘Tomata Valenciana’ con una tipología intermedia. Así, las características de planta y de fruto evaluadas han permitido confirmar el agrupamiento de las entradas evaluadas en dos grupos (‘Masclat’ y ‘Blanca’) dentro de la colección y las entradas denominadas ‘Intermedias’ se posicionan como se esperaba entre los dos grupos citados anteriormente (Figura 1).

Figura 1. ACP con las características de fruto de las accesiones de ‘Tomata Valenciana’. Los colores indican distintos tipos de variedades: círculo azul, tipo ‘Blanca’; círculo naranja, tipo ‘Intermedia’; círculo rojo, tipo ‘Masclat’; círculo rosa, tipo ‘Rosa’; círculo verde, otras tipologías; círculo morado, control).

El trabajo realizado de caracterización ha permitido la selección dentro de cada tipología de fruto de las entradas más prometedoras para su recomendación para cultivo por parte de los agricultores, o bien para acometer programas de mejora genética. Así se han seleccionado 3 entrada de la tipología ‘Masclat’, 7 de la tipología ‘Blanca’ y una entrada como ‘Intermedia’. Por otra parte, se ha conseguido semilla de autofecundación controlada de cada entrada de ‘Tomata Valenciana’. Con esta se ha establecido un repositorio de semilla para suministrar a los agricultores y, por otra parte, para su conservación futura en el Banco de Germoplasma de la UPV.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y está respaldado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y la Generalitat Valenciana.

## ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIMICROBIANA DE EXTRACTOS DE BAGAZO DE CERVEZA OBTENIDOS POR EXTRACCIÓN CON AGUA SUBCRÍTICA

Paula Gómez-Contreras, Amparo Chiralt y Chelo González-Martínez

Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos FoodUPV. Universitat Politècnica de València, España; email: pagomco1@doctor.upv.es

**Palabras clave:** contenido en fenoles totales, DPPH, concentración mínima inhibitoria, *L. innocua*, *E. Coli*.

### Introducción y objetivo

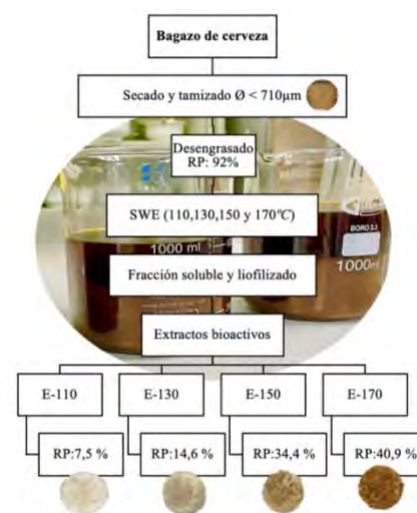
El bagazo de cerveza constituye el residuo sólido principal en la elaboración de cerveza, siendo una fuente importante y económica de celulosa, proteína, fibra y compuestos fenólicos como el ácido ferúlico, p-cumarico y cafeico, entre otros, con potencial actividad antioxidante y antimicrobiana. Estos compuestos pueden ser de gran interés como fuente de compuestos bioactivos en la industria alimentaria, farmacéutica y en el desarrollo de envases activos para la conservación de alimentos (Castro-Criado *et al.*, 2023). Entre los métodos de extracción más novedosos se encuentra la extracción con agua subcrítica (SWE), en el que las propiedades fisicoquímicas del agua, como la constante dieléctrica relativa y la polaridad, disminuyen significativamente al aumentar la temperatura, de modo que, en condiciones subcríticas, el agua puede disolver compuestos polares y no polares. Además, el agua es un disolvente económico, no tóxico, no peligroso y seguro que funciona como disolvente y catalizador para aprovechar y transformar la biomasa en productos bioactivos. El objetivo general de este trabajo es evaluar la actividad antioxidante y antimicrobiana de los extractos acuosos obtenidos a partir del bagazo de cerveza mediante el proceso de extracción en agua subcrítica.

### Materiales y métodos

El bagazo de cerveza (BC) fue previamente secado, molido, y desengrasado, tal y como se muestra en la Figura 1. El residuo desengrasado fue sometido a un proceso de extracción con agua subcrítica a 110, 130, 150°C y 170°C durante 30 minutos a 50 rpm. Los extractos acuosos obtenidos (E-110, E-130, E-150 y E-170) se liofilizaron y analizaron en cuanto a su contenido total de fenoles (TPC) mediante el método Folin-Ciocalteu, capacidad antioxidante, a partir de valor de  $EC_{50}$ , mediante el método de radicales libres 2,2-difenil-1-pikril-hidrazilo (DPPH) y la concentración mínima inhibitoria (MIC) frente a *L. innocua* y *E. Coli*.

### Resultados y conclusión

La Figura 1 muestra el rendimiento de cada una de las etapas del proceso (R (%)). Como se puede observar, un aumento en la temperatura de extracción aumentó el rendimiento de extracción de sólidos solubles, aunque las diferencias entre 150 y 170°C no fueron muy marcadas. Resultados similares han sido encontrados por otros autores (Trigueros *et al.*, 2023).



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso utilizado para el fraccionamiento de bagazo de cerveza que muestra los rendimientos de cada etapa del proceso (RP).



La Tabla 1 muestra los valores obtenidos del contenido en fenoles totales (TPC), actividad antioxidante (medida a través de EC<sub>50</sub>) y la concentración mínima inhibitoria (MIC) contra *L.innocua* y *E.Coli* de los extractos de bagazo de cerveza obtenidos a las diferentes temperaturas. Como se puede observar, el contenido en fenoles de los extractos aumentó de 17 a 59 mg GAE/g extracto, de acuerdo con el aumento de la temperatura de extracción. Los valores de TPC fueron también expresados por gramo de BC (TPC<sup>2</sup>) y fueron inferiores a los encontrados para el bagazo de cerveza (7,57 mg GAE/g BC), excepto el obtenido para la máxima temperatura de extracción (E-170), que fue significativamente mayor (p<0.05). Esto está relacionado con los dos efectos opuestos que puede tener el aumento de la temperatura: por un lado favorece la extracción de compuestos y la neoformación de compuestos con capacidad antioxidante (Trigueros et al., 2023) y por otro, favorece la degradación de compuestos más termosensibles, como pueden ser los flavonoides (uno de los principales fenoles en el BC). Por tanto, el incremento de TPC a 170°C sugiere que la ratio de degradación de los fenoles del BC es menor que el ratio al que están siendo liberados/formados a esa temperatura. Por otro lado, el valor del índice EC<sub>50</sub>, aumentó significativamente con la temperatura a partir de 130°C, indicando una menor actividad antiradical del extracto. Esta disminución de la capacidad antioxidante se debe probablemente a que otros compuestos de mayor peso molecular y menor capacidad antioxidante se extraen con los compuestos polifenólicos más activos, que suelen ser polifenoles simples.

El extracto de bagazo de cerveza mostró actividad antilisteria y contra la bacteria gran negativa *E.Coli*. Dicha actividad aumentó con la temperatura de extracción, siendo el extracto E-170 el más efectivo contra ambas bacterias. A esa temperatura, el E-170 presentó mayor actividad antimicrobiana contra *Listeria*.

**Tabla 1.** Contenido en fenoles totales (TPC), actividad antioxidante (EC<sub>50</sub>) y concentración mínima inhibitoria (MIC) contra *L.innocua* y *E.Coli* de los extractos de bagazo de cerveza. Valores medios y desviación estándar.

Extracto	TPC <sup>1</sup> (mg GAE/g extracto)	TPC <sup>2</sup> (mg GAE/g BC)	EC <sub>50</sub> (mg extracto /mg DPPH)	EC <sub>50</sub> (mg BC/mg DPPH)	MIC <i>L. innocua</i> (mg.mL <sup>-1</sup> )	MIC <i>E. coli</i> (mg.mL <sup>-1</sup> )
E-110	16,86 ± 0,11 <sup>a</sup>	1,27 ± 0,01 <sup>a</sup>	15 ± 3 <sup>a</sup>	193 ± 38 <sup>a</sup>	264	234
E-130	22 ± 2 <sup>b</sup>	3,2 ± 0,3 <sup>b</sup>	19 ± 2 <sup>a</sup>	128 ± 12 <sup>ab</sup>	198	204
E-150	17,91 ± 0,07 <sup>a</sup>	6,34 ± 0,02 <sup>c</sup>	48 ± 4 <sup>b</sup>	136 ± 11 <sup>ab</sup>	168	162
E-170	59,1 ± 0,2 <sup>c</sup>	24,18 ± 0,08 <sup>d</sup>	71,1 ± 0,4 <sup>c</sup>	173 ± 2 <sup>b</sup>	80	140

<sup>a-d</sup> diferentes superíndices en la misma columna indican diferencias significativas entre formulaciones (p < 0,05).

En conclusión, el extracto de bagazo de cerveza obtenido mediante una extracción con agua subcrítica presentó un alto contenido en fenoles y una notable actividad antioxidante y antimicrobiana frente *L. innocua* y *E.Coli*. El aumento de la temperatura de extracción aumentó el contenido en sólidos del extracto, su contenido en fenoles y actividad antimicrobiana, especialmente a 170°C. Sin embargo, la actividad antioxidante de los extractos del bagazo de cerveza obtenidos a temperaturas de extracción mayores de 130°C disminuyó de forma significativa.

## Referencias

- Castro-Criado, D., Abdullah, JAA, Romero, A. y Jiménez-Rosado, M. (2023). Estabilización y Valorización del Bagazo de Cerveza para la Obtención de Bioplásticos. *Polímeros*, 15 (8), 1877.
- Trigueros, E., Ramos, C., Alonso-Riaño, P., Beltrán, S. and Sanz, M.T. (2023). Subcritical Water Treatment for Valorization of the Red Algae Residue after Agar Extraction: Scale-Up from Laboratory to Pilot Plant Industrial & Engineering Chemistry Research, 62 (8), 3503-3514

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Generalitat Valenciana (GVA) por la beca recibida a través del programa GRISOLIA (CIGRIS/2021/033). Este estudio forma parte del proyecto TED2021-132295B-I00 en el marco del Plan de recuperación, transformación y resiliencia financiado por la Unión Europea, Next Generation EU.

## UTILIZACIÓN DE HABAS FERMENTADAS (*Vicia faba L.*) PARA LA PRODUCCIÓN DE SNACKS RICOS EN PROTEÍNAS

Kateryna Khvostenko<sup>1\*</sup>, Sara Muñoz-Pina<sup>1</sup>, Jorge García-Hernández<sup>2</sup>, Ana Heredia<sup>1</sup>, and Ana Andrés<sup>1</sup>

1: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos (FoodUPV), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain.

e-mail: kkhvost@upvnet.upv.es

2: Centro Avanzado de Microbiología de Alimentos (CAMA), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain.

**Palabras clave:** habas, fermentación, snacks, evaluación sensorial.

**Introducción.** Hoy en día, la prevalencia de la obesidad y el sobrepeso infantil es una de las mayores preocupaciones de la sociedad moderna. Teniendo en cuenta que los alimentos frecuentemente consumidos en almuerzos y meriendas suelen presentar un perfil nutricional poco saludable, se requiere rediseñar este tipo de alimentos para reducir los hidratos de carbono de acción rápida y las grasas saturadas a la par que aumentar el contenido en proteína vegetal con potencial saciante. Esto debe ir acompañado de un conjunto de estrategias para modificar las preferencias alimentarias de los niños y conseguir su adherencia a un patrón de alimentación más saludable. Teniendo como referencia estudios previos, las habas podrían considerarse un valioso ingrediente para aumentar el consumo de proteínas vegetales y mejorar el valor nutricional entre otros ingredientes ricos en proteínas. Así pues, el objetivo de este estudio fue desarrollar snacks a base de habas (*Vicia faba L.*) fermentadas y otras fuentes alternativas de proteínas que puedan incluirse con éxito en la dieta de los niños.

**Material y métodos.** Todos los ingredientes se adquirieron en comercios locales de Valencia (España). Para el proceso de fermentación en estado sólido de las habas se utilizó la cepa *Pleurotus ostreatus* (CECT20311) siguiendo la metodología empleada en Sanchez-García et al. (2023) [1]. La producción de las barritas siguió el proceso tecnológico típico de este tipo de producto. Para desarrollar las barritas a base de habas fermentadas, se utilizaron además copos de avena (CA), espelta inflada (EI) y quinoa inflada (QI). Los productos fueron evaluados sensorialmente por un panel de 20 consumidores expertos mediante una prueba sensorial utilizando una escala hedónica de 9 puntos sobre aspecto, color, aroma, textura, pegajosidad, sabor y agrado general. Adicionalmente, se evaluó el color de las barritas con un espectrocólorímetro (Minolta, CM-3600D).

**Resultados.** La Tabla 1 muestra los resultados de la evaluación sensorial, teniendo en cuenta todos los parámetros evaluados por los panelistas. No se detectaron diferencias significativas ni en el sabor ni en el aroma de las barritas en función de si estaban formuladas con avena, espelta o quinoa.

**Tabla 1. Aceptabilidad sensorial de las barritas a base de habas.**

Muestra	Dureza	Crujencia	Masticabilidad	Gomosidad	Sabor	Aroma	Apariencia
CA	7.19±0.10 <sup>a</sup>	6.23±0.12 <sup>b</sup>	6.90±0.15 <sup>a</sup>	7.07±0.18 <sup>a</sup>	7.40±0.11 <sup>a</sup>	8.50±0.15 <sup>b</sup>	7.12±0.10 <sup>b</sup>
QI	8.03±0.21 <sup>b</sup>	8.03±0.21 <sup>a</sup>	6.75±0.10 <sup>a</sup>	6.25±0.08 <sup>b</sup>	8.10±0.19 <sup>b</sup>	8.20±0.20 <sup>a</sup>	8.27±0.15 <sup>a</sup>
EI	4.62±0.20 <sup>c</sup>	2.1±0.06 <sup>c</sup>	5.27±0.20 <sup>b</sup>	7.60±0.11 <sup>a</sup>	7.25±0.08 <sup>a</sup>	8.09±0.19 <sup>a</sup>	5.89±0.20 <sup>c</sup>

Al mismo tiempo, los resultados obtenidos revelaron que la incorporación de copos de espelta o

avena influye negativamente en la textura y la percepción general de las barritas a base de habas fermentadas en comparación con las de quinoa inflada. Las muestras basadas en la mezcla desarrollada de habas fermentadas + quinoa inflada mostraron las puntuaciones de aceptación organoléptica más altas en comparación con otras muestras y los panelistas las prefirieron a las otras.

El color de la barra se vió afectado por los diferentes componentes, dando lugar a una superficie heterogénea por lo que el parámetro medido tiene una gran variabilidad. Comparando los datos, el valor de  $L^*$  (una medida del brillo) fueron de  $33,99 \pm 0,6$  ( $p < 0,05$ ),  $-32,54 \pm 0,2$  y  $27,59 \pm 0,35$ , para las muestras QI y para la CA y EI respectivamente. Además, las muestras con quinoa inflada se caracterizaron por un valor de  $b^*$  más alto (nivel de tonalidad amarilla); concretamente, los valores fueron  $19,55 \pm 0,25$  para QI,  $17,52 \pm 0,2$  para CA y  $14,70 \pm 0,5$  para EI. La reducción de los valores  $L^*$  y  $b^*$  indican el oscurecimiento de las barritas a base de habas con espelta hinchada, lo que concuerda con lo indicado por Jozinović A. et al. [2] para los productos extruidos con harina de espelta.

Teniendo en cuenta que el análisis sensorial mostró una mayor preferencia por la mezcla desarrollada de habas y quinoa inflada se plantea continuar el desarrollo de este tipo de snack utilizando esta formulación. Cabe mencionar que, según las recomendaciones de la EFSA para la ingesta nutricional de niños y adolescentes, el consumo de 100 g del snack desarrollado a base de habas fermentadas y quinoa inflada puede satisfacer las necesidades diarias de proteínas entre un 95,4 y un 26,1 % para niños de entre 4 a 16 años, respectivamente.

**Conclusión.** Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se demostró el potencial del uso de habas fermentadas en la fabricación de nuevos snacks. Se desarrolló la receta básica de las barritas enriquecidas con ingredientes altos en proteínas vegetales. El análisis sensorial mostró una gran aceptabilidad de las muestras desarrolladas.

#### Referencias.

1. Sánchez-García, J., Muñoz-Pina, S., García-Hernández, J., Heredia, A., & Andrés, A. (2023). Impact of Air-Drying Temperature on Antioxidant Properties and ACE-Inhibiting Activity of Fungal Fermented Lentil Flour. *Foods*, 12(5), 999.
2. Jozinović, A., Šubarić, D., Ačkar, Đ., Babić, J., & Miličević, B. (2016). Influence of spelt flour addition on properties of extruded products based on corn grits. *Journal of food engineering*, 172, 31-37.

**Agradecimientos.** This study forms part of the AGROALNEXT programme and was supported by MCIN with funding from European Union NextGenerationEU (PRTR-C17.11) and by Generalitat Valenciana. Also, the authors are grateful for a grant called “Initiative: reception of Ukrainian research personnel in the Valencian R+D+I system” from Generalitat Valenciana, Spain and financial support from Post-doctoral Grant (PAID-10-21) and Postdoctoral Research Fostering Grant (PAID-PD-22) from the Vicerrectorado de Investigación (Universitat Politècnica de València).

## Impacto de la fermentación en estado sólido con *Pleurotus ostreatus* sobre las propiedades nutricionales de las habas (*Vicia faba* L.)

Sara Muñoz-Pina<sup>1\*</sup>, Kateryna Khvostenko<sup>1</sup>, Jorge García-Hernández<sup>2</sup>, Ana Heredia<sup>1</sup>, Ana Andrés<sup>1</sup>

1: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos - FoodUPV. Universitat Politècnica de València.  
Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain  
e-mail: samuopi@upvnet.upv.es

2: Centro Avanzado de Microbiología de Alimentos (CAMA), Universitat Politècnica de València.  
Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain.

**Palabras clave:** Habas, *Pleurotus*, proteína, anti-nutrientes, carbohidratos.

### Introducción y objetivo

En las últimas décadas, se ha producido una disminución en la adherencia a la dieta mediterránea, lo que unido al estilo de vida más sedentario y otros cambios socioeconómicos ha provocado un aumento alarmante del sobrepeso y la obesidad infantil. Revertir tanto el elevado consumo de carbohidratos y grasas, especialmente en los snacks, como el bajo consumo de fibra y proteína, podría contribuir a una mejora de la situación actual. En este contexto, la generación de nuevos snacks saludables y sostenibles basados en legumbres se plantea como eje para incrementar el consumo de proteína vegetal y fibra en este grupo de población. Las legumbres son una rica fuente de proteínas, fibra y altas cantidades de minerales y polifenoles. Su consumo está asociado con una menor prevalencia de enfermedades como la obesidad o la diabetes tipo 2; sin embargo, son deficientes en algunos aminoácidos, como cisteína, metionina o triptófano, y contienen ciertos anti-nutrientes que presentan efectos fisiológicos indeseables<sup>[1]</sup>. La fermentación en estado sólido (FES) se propone como proceso sostenible capaz de modificar positivamente los perfiles nutricionales y funcionales de las legumbres. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de la FES con *Pleurotus ostreatus* sobre las propiedades nutricionales de las habas (*Vicia faba* L.) como posible ingrediente para el desarrollo de nuevos snacks especialmente dirigidos a niños y jóvenes.

### Material y métodos

Las semillas secas de haba (*Vicia faba* L.) de la marca Batlle® (España) se obtuvieron en un comercio local en Valencia, y la cepa *Pleurotus ostreatus* procede de la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT20311). Previamente a la inoculación, las habas fueron hidratadas a diferentes tiempos (6, 8, 16 y 24 h) a temperatura ambiente y una relación sustrato:agua de 1:6, y se midió su humedad final. Posteriormente, las habas se sometieron a una molienda suave para reducir el tamaño de partícula, se escaldaron durante 2 minutos y se enfriaron con abundante agua. La FES se llevó a cabo colocando 50 g de habas parcialmente troceadas en un recipiente de plástico con filtro T1 y se autoclavaron durante 30 min a 123 °C. Tras el tratamiento térmico, los recipientes con las habas se inocularon en una cabina de flujo laminar. Para la inoculación se utilizó un starter líquido con el hongo crecido en un medio de cultivo preparado con 2% glucosa, 2% malta, y 0.1% peptona. Para la inoculación, se añadieron 5 mL del starter, y se incubaron en una cámara a 25 °C. Se evaluó el crecimiento del hongo analizando la biomasa fúngica mediante el análisis de glucosamina<sup>[2]</sup> hasta el día 10 en el cual el contenido de biomasa aumentó significativamente hasta valores como los encontrados en bibliografía (>60 mg N-acetil-D-glucosamina/g base seca) Los análisis del contenido en humedad, grasa, cenizas y proteína se determinaron acorde a los métodos oficiales (AOAC, 2000) y el contenido de taninos y polifenoles según Sun et al., (2020).. Las diferentes mediciones se realizaron en tres momentos diferentes del

proceso: habas remojadas sin fermentar, habas remojadas, esterilizadas e incubadas en las mismas condiciones que las fermentadas y las habas fermentadas.

## Resultados y conclusión

Previamente a la fermentación, se determinaron las mejores condiciones de remojo de las habas secas para obtener una humedad final entre el 55% y el 60%, humedad óptima para el crecimiento del hongo. Para ello, tras analizar la humedad final de las habas sometidas a diferentes tiempos en remojo (6,8,16 y 24 h), resultó que el remojo de 16 h permitía alcanzar la humedad objetivo de 56.5 % y por tanto ésta fue seleccionada para el posterior ensayo de fermentación. Tras 10 días de fermentación, el contenido de biomasa aumentó significativamente de 0 a  $70 \pm 5$  mg N-acetil-D-glucosamina/g base seca, valor superior a los encontrados en bibliografía (61 mg para quinoa y 64 mg para lenteja castellana). Para estudiar el efecto de la fermentación sobre las habas, se analizó el contenido de proteínas y carbohidratos (Figura 1), así como el contenido de taninos y polifenoles. Del análisis de composición nutricional de las habas se deduce que la fermentación con el hongo resulta en un aumento de la proteína total del alimento un aumento del 16% de proteína total y una reducción del contenido en carbohidratos del 10% (Figura 1). Este hecho podría deberse a que los carbohidratos sirven como fuente de energía para el crecimiento de los hongos y algunos de ellos pueden bio-convertirse en proteínas complejas, péptidos o incluso aminoácidos libres. Por otro lado, tanto la esterilización como la fermentación disminuyen significativamente el contenido total de los taninos (de 5.2 a 1.30 y 0.9 mg CAE/g base seca respectivamente), anti-nutriente astringente que interfiere en la absorción de las proteínas. Sin embargo, esta disminución también se ve reflejada en el contenido total de fenoles (de 5.2 a 2.9 y 2.6 mg GAE/g base seca) la cual esta correlacionada con la concentración de taninos.

Figura 1. Contenido de proteína total (izquierda) y carbohidratos totales (derecha) de las habas sin fermentar, esterilizadas y fermentadas con el hongo *Pleurotus ostreatus* (expresado como g/100 g base seca).

En conclusión, la fermentación con *P. ostreatus* mejora la calidad nutricional de las habas aumentando la proteína y disminuyendo los carbohidratos totales. Además, este bioproceso disminuye el contenido total de taninos los cuales interactúan con las proteínas afectando negativamente su digestibilidad.

## Referencias

- [1] Khvostenko, K., Muñoz-Pina, S., Heredia, A., García-Hernández, J., Argüelles, A., Hernández, M. & Andrés, A. (2023) Perspective Ways to Provide Kids with Protein-Rich Snacks for Preventing Overweight: From Scientific Studies to Consumers. *Food Reviews International*, 1-18.
- [2] Scotti, C. T., Vergoignan, C., Feron, G., & Durand, A. (2001). Glucosamine measurement as indirect method for biomass estimation of *Cunninghamella elegans* grown in solid state cultivation conditions. *Biochemical Engineering Journal*, 7(1), 1-5.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT que contó con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana. Además, los autores agradecen la ayuda “Iniciativa: acogida de personal investigador ucraniano en el sistema de I+D+i valenciano” de la Generalitat Valenciana, y el apoyo económico de la beca postdoctoral (PAID-10-21) y la beca de fomento a la investigación postdoctoral (PAID-PD-22) del Vicerrectorado de Investigación (Universitat Politècnica de València).

## Evaluación del efecto prebiótico de ingredientes en polvo procedentes del bagazo de naranja y de excedentes de caqui sobre la microbiota intestinal de mujeres postmenopáusicas

María José Gosalbes<sup>1\*</sup>, Nuria Jimenez-Hernandez<sup>1</sup>, Stevens Duarte<sup>2</sup>, Maria San Juan<sup>2</sup>, Alejandro Artacho<sup>1</sup>, Ester Betoret<sup>2</sup>, Noelia Betoret<sup>2</sup>

1: Área de Genómica y Salud, Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunidad Valenciana-Salud Pública. Avenida Cataluña 21, 46020 Valencia, España. mariajose.gosalbes@fisabio.es

2: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo, Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España.

Palabras claves: subproductos, ingredientes funcionales, microbiota, metagenómica

### Introducción

La valorización de excedentes y subproductos procedentes del sector agro-alimentario a través de su transformación en ingredientes de elevado valor añadido (IEVA) permite utilizarlos para la formulación de alimentos y dietas sostenibles y saludables. Sin embargo, la eficiencia de la digestión de polifenoles, fibra o carotenoides es baja, llegando parcialmente degradados al colon, donde son metabolizados por el microbioma intestinal produciendo una serie de metabolitos secundarios que tienen efectos beneficiosos sobre la salud humana,

La composición de la comunidad bacteriana intestinal está influida por una serie de factores tanto intrínsecos como extrínsecos. Así, la dieta es el factor ambiental que mayor efecto tiene sobre la composición de la microbiota intestinal por lo que se le considera una prometedora herramienta para corregir la alteración de la microbiota asociada a diferentes patologías como obesidad, diabetes o colitis. La menopausia lleva asociada un abanico de cambios fisiológicos debido a la pérdida de estrógenos así como una alteración en la composición de la microbiota intestinal.

Este trabajo se ha centrado en el estudio del efecto prebiótico sobre la microbiota intestinal de mujeres postmenopáusicas de IEVAs obtenidos a partir de bagazo de naranja y excedentes de caqui en un sistema *in vitro* de digestión gastrointestinal/fermentación colónica acoplado a una secuenciación de alto rendimiento y técnicas ómicas.

### Materiales y métodos

Los IEVAs del bagazo de naranja y de los excedentes del caqui se obtuvieron por deshidratación con aire caliente a 60°C y a 70°C y por liofilización. Posteriormente, tanto el material fresco como los IEVAs obtenidos se sometieron a una digestión gastrointestinal siguiendo el protocolo standard INFOGEST. La fermentación colónica se llevó a cabo en un medio basal y se utilizó como inóculo (5% w/v) muestras fecales de 4 mujeres postmenopáusicas de entre 55 y 65 años y como sustrato (5% w/v) los IEVAs y el material fresco digerido. Además, en paralelo se llevó a cabo una fermentación control que carecía de sustrato. La fermentación se llevó a cabo en condiciones anaerobias y agitación durante 24h.

Para la caracterización de la microbiota fermentativa se tomaron alícuotas al finalizar las fermentaciones colónicas. La extracción del DNA total bacteriano se realizó con el sistema de extracción automática Magnapure (Roche) siguiendo las recomendaciones del fabricante. A continuación se llevó a cabo una amplificación de la región variable V3-V4 del gen del RNA ribosomal 16S (RNAr 16S) tomando como molde el DNA total extraído, siguiendo el protocolo de Illumina para la construcción de las librerías. La secuenciación se llevó a cabo con el kit V3 (2x300 ciclos) y el

secuenciador MiSeq. El estudio metagenómico nos permite caracterizar el contenido génico de la comunidad bacteriana. La construcción de las librerías se realizaron con el kit “Nextera®XT DNA Sample Preparation” siguiendo las indicaciones de Illumina y se utilizó el secuenciador Next Seq 2000. El procesado y filtrado por calidad y longitud de las secuencias se realizó mediante el pipeline DADA2 (v.1.8.3) del paquete informático R. La información taxonómica de las secuencias del gen RNAr 16S fue obtenida por comparación contra la base de datos SILVA (v.138) utilizando el algoritmo BLAST. Las secuencias obtenidas de la secuenciación de los metagenoma se trataron con el pipeline SqueezeMeta (v.1.6.3) y se utilizó la base de datos funcional KEGG.

Para el análisis de la beta diversidad de las comunidades bacterianas se determinó la distancia de disimilitud Bray-Curtis y el test de Adonis realizándose análisis de Correspondencia Canónica (CCA) y análisis de Coordenadas Principales (PcoA) empleando el paquete informático R. Se aplicó el paquete “Analysis of compositions of microbiomes with bias correction” (ANCOMBC2) para identificar géneros diferencialmente abundantes entre fermentaciones. El análisis de los genes (KO) y rutas metabólicas con abundancias diferenciales en las distintas microbiotas fermentativas se realizó con el paquete Deseq2. En todas las comparaciones se aplicó la corrección por Benjamini Hochberg para la detección de falsos positivos.

### Resultados y conclusión

Se llevaron a cabo las fermentaciones colónicas de los IEVAs procedentes de excedentes de caqui y de bagazo de naranja así como las del material fresco. Las fermentaciones colónicas de cada uno de los sustratos y controles se realizaron por cuadruplicado utilizando en cada una de ellas el inóculo fecal de una mujer postmenopáusica. En total se realizaron 68 fermentaciones colónicas.

Respecto a la composición de la comunidad bacteriana que crecía en cada una de las fermentaciones, observamos en un análisis CCA que la estructura de la microbiota fermentativa de los IEVAS (naranja y caqui) era significativamente diferente ( $p=0.001$ ) a la microbiota que fermentaba el material fresco. También observamos una diferencia significativa ( $p=0.006$ ) en la composición de la microbiota al comparar los IEVAs procedentes del caqui o de la naranja. Sin embargo, el efecto del tratamiento de deshidratación no conllevaba el crecimiento de una microbiota característica.

Para estudiar qué bacterias crecían preferentemente en las fermentaciones del material fresco, IEVAs liofilizados y secados al aire ( $60^{\circ}\text{C}$  y  $70^{\circ}\text{C}$ ), se realizaron comparaciones por pares con las fermentaciones controles utilizando el paquete ANCOMBC2 teniendo en cuenta al individuo como variable de confusión. Se observó que para los IEVAs del caqui era el tratamiento con aire caliente a  $70^{\circ}\text{C}$  (HAD70\_P) y para los de la naranja el tratamiento con aire caliente a  $60^{\circ}\text{C}$  (HAD60\_O), aquellos métodos de deshidratación que daban lugar a un mayor número de géneros bacterianos que tenían un mayor crecimiento respecto a los controles. Tanto los IEVAs procedentes del caqui como los de la naranja promovían el crecimiento de bacterias descritas como capaces de degradar la fibra como los géneros *Eubacterium* y *Monoglobus*. Así mismo, presentaban una abundancia relativa mayor bacterias capaces de producir ácidos grasos de cadena corta como *Faecalibacterium* o *Agathobacter* y otros géneros descritos como beneficiosos para la salud como *Bifidobacterium*, *Akkermansia* o *Lactobacillus*.

A nivel funcional, se encontraron diferencias significativas entre los IEVAs, HAD70\_P y HAD60\_O, y los controles tanto a nivel génico ( $p=0.001$ ) como a nivel de rutas metabólicas ( $p=0.001$ ). Asimismo, las comparaciones por pares con los controles rindieron funciones características de cada IEVA.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que tanto la naturaleza del sustrato como el método de deshidratación empleado afectan a la composición de la microbiota fermentativa. Tanto los IEVAs procedentes de excedentes de caqui como los del bagazo de naranja promueven el crecimiento de bacterias descrita como beneficiosas para la salud humana. Por todo ello, estos ingredientes de alto valor nutricional podrían utilizarse como prebióticos en la formulación de alimentos saludables.

### Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y contó con el apoyo de MCIN y de la Generalitat Valenciana a través de la financiación con fondos europeos Next Generation (PRTR-C17.I1).

## EFFECTO DE LA FERMENTACIÓN CON BACTERIAS ÁCIDO-LÁCTICAS EN LOS COMPUESTOS FENÓLICOS ANTIOXIDANTES DE BEBIDAS DE ALGARROBA, CHUFA O ARROZ

Antonio Cilla<sup>1\*</sup>, Matteo Vitali<sup>1</sup>, Antonio González-Sarrías<sup>2</sup>, Fernando Vallejo<sup>3</sup>, Mónica Gandía<sup>1</sup> y Amparo Gamero<sup>1</sup>

1: Grupo Bionutest, Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, Universitat de València.  
Av. Vicente Andrés Estellés s/n. 46100. Burjassot, Valencia. España.  
e-mail: antonio.cilla@uv.es

2: Laboratorio de Alimentación y Salud, CEBAS-CSIC, Campus de Espinardo 30100, Murcia, España

3: Plataforma de Metabolómica Campus de Espinardo 30100, CEBAS-CSIC, Murcia, España

**Palabras clave:** bebidas vegetales; fermentación ácido-láctica; antioxidantes; polifenoles

### Introducción y objetivo:

El desarrollo de nuevas bebidas fermentadas funcionales con bacterias ácido-lácticas (BAL) a partir de materias primas mediterráneas de proximidad como algarroba, chufa y arroz, puede contribuir a la producción de nuevos alimentos más saludables y sostenibles. Se ha descrito que la fermentación de alimentos de origen vegetal con BAL produce modificaciones en su capacidad antioxidante total (CAT), contenido total y perfil de (poli)fenoles, las cuales pueden ser dependientes de las cepas bacterianas, tiempo de fermentación y matriz alimentaria utilizada. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la fermentación a distintos tiempos con diferentes *starters* de BAL sobre la CAT, polifenoles totales (PT) y perfil de polifenoles en 3 bebidas vegetales elaboradas con algarroba, chufa o arroz.

### Material y métodos:

Las muestras utilizadas fueron 3 bebidas vegetales elaboradas con algarroba (agua 90% y algarroba 10%), chufa (agua 80% y chufa 20%) y arroz (agua 91,9%; arroz 8% y sal marina 0,1%) por la empresa Monvital (Valencia). En base a experimentos previos de puesta a punto del protocolo de fermentación, las bebidas se fermentaron a 37 °C a distintos tiempos (12, 24, 48 y 72 h) con 4 *starters* comerciales diferentes de BAL (DANISCO VEGE 022 (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* NCFM, *Bifidobacterium lactis* HN019 y *Lactobacillus plantarum*), 033 (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), 053 (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* NCFM, *B. lactis* HN019 y *Lactococcus lactis*) y 061 (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* NCFM, *B. lactis* HN019 y *Lactobacillus paracasei*)), previa adición de glucosa 7,5 g/100mL en chufa y arroz y 16g/100mL en algarroba. Se determinó el contenido de PT (Folin-Ciocalteu) y CAT (métodos ORAC y TEAC) siguiendo la metodología descrita por De la Fuente et al. (2019). La identificación y determinación semi-cuantitativa del perfil fenólico se llevó a cabo en un sistema UHPLC Agilent serie 1290 Infinity acoplado a un QTOF de masa exacta 6550 I-Funnel (Agilent Technologies, Waldbronn, Alemania) (Tomás-Navarro et al. 2021).

### Resultados y conclusión:

Se observaron diferencias en el contenido de PT y CAT en función de la matriz alimentaria, tiempo de



fermentación y consorcio de BAL utilizado para la fermentación. Considerando el tipo de matriz se halló que el contenido de PT y CAT (ORAC y TEAC) siguió el orden: algarroba > chufa > arroz (PT: 159,8-218,9 > 34,1-127,9 > 7,2-17,5 mg GAE/L; ORAC: 4461,9-15111,6 > 2916,8-7897,3 > 1845,7-6103,5  $\mu$ M Trolox/L; TEAC: 2057,7-4235,3 > 318,9-876,7 > n.d.-239,7  $\mu$ M Trolox/L, respectivamente). Una tendencia similar fue encontrada en la evaluación semi-cuantitativa de compuestos fenólicos analizados por UHPLC-QTOF. Así, se identificaron tentativamente por masa exacta 14 compuestos fenólicos en la bebida elaborada con arroz, 28 en la de chufa y 35 en la de algarroba. Respecto al tiempo de fermentación se vieron fluctuaciones en PT y CAT en las 3 bebidas. En el caso de la bebida de algarroba, su tiempo de fermentación óptimo según descenso de pH y recuento de microorganismos viables fue de 72 h, en base a ensayos previos. A este tiempo se observó un aumento significativo de PT y ORAC frente a la bebida sin fermentar y descenso o mantenimiento de TEAC. Para las bebidas de arroz y chufa su tiempo de fermentación óptimo fue establecido previamente en 24 h. En general, para este tiempo se vieron cambios significativos en chufa con aumento de ORAC, mantenimiento de PT y descenso de TEAC, mientras que en arroz se observaron descensos significativos en todos los parámetros antioxidantes con la fermentación. Por otra parte, se pudieron observar diferencias en las bebidas al tiempo de fermentación óptimo en función de los distintos *starters* de BAL. En el caso de la bebida de algarroba el *starter* 061 proporcionó los valores más altos de PT y TEAC y segundo más alto en ORAC a las 72 h, tendencia similar a la observada en bebida de chufa con valores más altos de PT y ORAC con el *starter* 061 a las 24 h de fermentación. Sin embargo, en bebida de arroz, el *starter* 053 originó los valores más altos de PT y TEAC a las 24 h, si bien el 061 fue segundo en PT y ORAC, en línea con los resultados de las otras dos bebidas. Estos resultados son concordantes con la mayor complejidad y contenido de compuestos fenólicos individuales proporcionados por el *starter* 061. En resumen, se puede concluir que las bebidas fermentadas de algarroba son las que proporcionan un mayor contenido de PT, CAT y diversidad de polifenoles, mostrando además un incremento de parámetros antioxidantes (PT y ORAC) a su tiempo óptimo de fermentación. De los 4 *starters* empleados para la fermentación, el 061 resulta, en general, el más prometedor al obtener bebidas con un contenido de antioxidantes más alto. No obstante, futuros ensayos son necesarios para evaluar la bioaccesibilidad de los antioxidantes y su bioactividad en modelos pre-clínicos que confirmen los potenciales efectos positivos para la salud de estas bebidas fermentadas.

#### Referencias:

De la Fuente, B. et al. Foods, 2019, 8, 250, doi: 10.3390/foods8070250.

Tomás-Navarro, M. et al J. Agric. Food Chem. 2021, 69, 4006-4017, doi.org/10.1021/acs.jafc.0c08144.

#### Agradecimientos:

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/047) con el apoyo del MCIN y financiación de la Unión Europea Next Generation EU (PRTR-C17.I1) y la Generalitat Valenciana. Matteo Vitali disfruta de un contrato de personal investigador en el proyecto mencionado (CPI-22-735).

Tipo de comunicación preferida:

1. oral (a confirmar por el comité científico).

## EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE EXTRACTOS DE PIEL DE ALMENDRA EN PELÍCULAS DE PLA PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Laia Martín-Pérez\*, Chelo González-Martínez y Amparo Chiralt

Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos FoodUPV. Universitat Politècnica de València,  
España;

\*lmarper1@upv.es

### Palabras clave

Compuestos fenólicos, extracción con agua subcrítica, propiedades mecánicas y de barrera.

### Introducción y objetivo

La piel de almendra (AS), separada mediante escaldado con agua caliente, es considerada como un desecho por la industria alimentaria. Sin embargo, esta piel contiene cantidades significativas de ácidos fenólicos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas de interés para su uso en materiales de envasado activos (Freitas et al., 2023b). El presente trabajo analiza el efecto de la incorporación de extractos activos, ricos en compuestos fenólicos, obtenidos de la AS mediante extracción con agua subcrítica (SWE), en films biodegradables a base de ácido poliláctico (PLA).

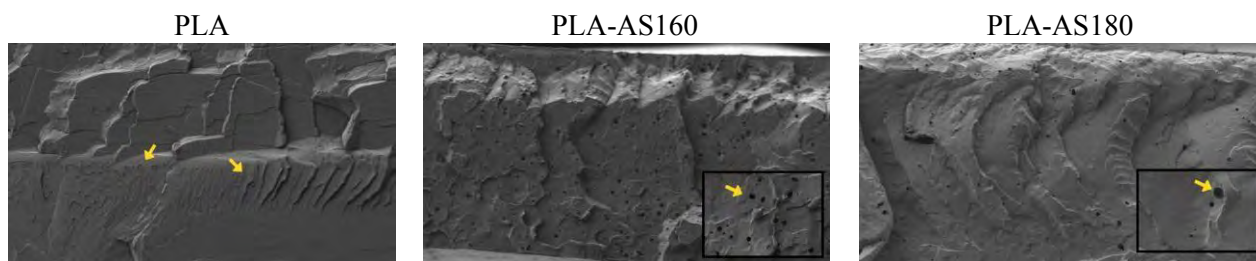
### Materiales y métodos

La AS, (*Prunus dulcis*, var. *Nonpareil de California*), proporcionada por Importaco S.A (Valencia, España), fue secada, molida, desengrasada y sometida a un proceso de extracción con agua subcrítica a 160°C y 180°C durante 30 min. Los extractos obtenidos (AS160 y AS180) se liofilizaron y analizaron en cuanto a su contenido total de fenoles (TPC) mediante el método Folin-Ciocalteu, capacidad antioxidante, a partir del valor de EC<sub>50</sub>, mediante el método de radicales libres 2,2-difenil-1-pikril-hidrazilo (DPPH) y la concentración mínima inhibitoria (MIC) frente a *L. innocua*, *E. Coli* y *S. aureus*. Para hacer los films se usó PLA amorfo 4060D (Natureworks) triturado, molido y secado hasta peso constante. Los films de PLA, con y sin extracto liofilizado incorporado al 6%, se obtuvieron mediante mezclado en fundido y moldeo por compresión.

### Resultados y conclusión

Los extractos obtenidos por SWE presentaron un alto contenido en fenoles, siendo de 100.9 y 161 mg GAE/g extracto, para AS160 y AS180, respectivamente. Por otro lado, los extractos de AS presentaron una marcada actividad antioxidante (AA), siendo los valores de EC<sub>50</sub> de 1.5 y 1 mg AS/mg DPPH, parámetro que indica la cantidad necesaria de material para inhibir en un 50% la actividad radical. Los valores de TPC y EC<sub>50</sub> de la AS fueron mayores que los encontrados para otros extractos, como los obtenidos de la paja de arroz a las mismas temperaturas (Freitas et al., 2023a). Así mismo, la actividad antimicrobiana fue mayor en el extracto obtenido a la mayor temperatura (AS180), siendo los valores de MIC de 90 y 34 mg/ml para *L. innocua*, 90 y 48 mg/ml para *E. Coli* y de 60 y 20 mg/ml para *S. aureus* a 160°C y 180°C, respectivamente.

En la **Figura 1** se muestra las secciones transversales de los films de PLA, con y sin extractos de AS obtenidos mediante FESEM. Como se puede observar, los films de PLA control exhibieron una criofractura típica de materiales amorfos, con dominios frágiles y gomosos. La incorporación de los extractos de AS dio lugar a la aparición de pequeñas burbujas en los films, dando lugar a una estructura más heterogénea. Esta modificación estructural en la matriz de PLA puede afectar sus propiedades funcionales del material como sus propiedades ópticas, de barrera o mecánicas.



**Figura 1.** Micrografías obtenidas por FESEM de la sección transversal de los films.

La **Tabla 1** muestra los valores de las propiedades mecánicas y de barrera y la transmitancia interna obtenidos para los films de PLA con y sin extractos. La incorporación de los extractos a los films de PLA dio lugar a films coloreados, con menor  $T_i$  en el espectro visible, menos resistentes y extensibles, especialmente al incorporar el extracto AS180. Esto puede atribuirse a la presencia de discontinuidades en la matriz de PLA provocada al incorporar los extractos, tal y como se observa en las imágenes de FESEM (Figura 1). Por otro lado, la capacidad barrera al oxígeno no se vio afectada por los extractos ( $p > 0.05$ ) mientras que los films con AS180 fueron significativamente menos permeables al vapor de agua ( $p < 0.05$ ). Esto puede estar asociado con un mayor entrecruzamiento de las cadenas del polímero con los compuestos fenólicos del extracto, a través de puentes de hidrógeno entre el carbonilo del poliéster y los grupos hidroxilo de los fenoles.

**Tabla 1.** Transmitancia interna ( $T_i$ ), tensión (TS) y deformación (E) en el punto de rotura, módulo de elasticidad (EM), permeabilidad al oxígeno (OP) y al vapor de agua (WVP) de los films.

	E (%)	EM (mPa)	TS (mPa)	OP ( $\times 10^{12}$ ) ( $\text{cm}^3 \cdot \text{mm}/\text{m}^2 \cdot \text{at. day}$ )	WVP ( $\text{mm.g./KPa.h.m}^2$ )	$T_i$ (550nm)
<b>PLA</b>	$3.2 \pm 0.2a$	$1564 \pm 42a$	$48 \pm 2a$	$1.24 \pm 0.01a$	$0.096 \pm 0.022a$	$0.888 \pm 0.001a$
<b>PLA-AS160</b>	$2.9 \pm 0.1b$	$1461 \pm 70a$	$41 \pm 2b$	$1.20 \pm 0.06a$	$0.130 \pm 0.008b$	$0.44 \pm 0.02b$
<b>PLA-AS180</b>	$0.5 \pm 0.2c$	$1244 \pm 102b$	$8 \pm 4c$	$1.11 \pm 0.04a$	$0.031 \pm 0.002c$	$0.44 \pm 0.02b$

En conclusión, la incorporación de extractos de AS con actividad antioxidante y antimicrobiana a films biodegradables de PLA tiene un alto potencial para el desarrollo de materiales activos para el envasado de alimentos. Con ello se conseguiría la revalorización de este subproducto agroalimentario en el marco de una economía circular y sostenible.

### Referencias

- Freitas, P. A. V., González-Martínez, C., & Chiralt, A. (2023a). Active Poly (Lactic Acid) Films with Rice Straw Aqueous Extracts for Meat Preservation Purposes. *Food and Bioprocess Technology*, *16*(11), 2635–2650. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03081-6>
- Freitas, P. A. V., Martín-Pérez, L., Gil-Guillén, I., González-Martínez, C., & Chiralt, A. (2023b). Subcritical Water Extraction for Valorisation of Almond Skin from Almond Industrial Processing. *Foods*, *12*(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/foods12203759>

### Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/026), con fondos de la Unión Europea NextGeneration EU (PRTR-C17.11) y del programa el INVESTIGO 2022(INVEST/2022/4).

## Fibras celulósicas de paja de arroz para modular las propiedades del succinato de poli butileno.

Carmen Olivas-Alonso\*, Sergio Torres-Giner y Amparo Chiralt

Universitat Politècnica de València (UPV), Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos-  
FoodUPV, 46022

e-mail: carolal1@etsii.upv.es

### 1. Introducción y objetivo

El alto consumo de plásticos y su impacto ambiental requiere el desarrollo de materiales biodegradables de origen renovable en el marco de un modelo productivo circular. En el área de envasado de alimentos, esta necesidad se ve especialmente imperada. Una de las alternativas a las poliolefinas de origen petroquímico es el succinato de polibutileno (PBS), que puede ser parcialmente bio-basado ya que el ácido succínico se puede obtener de compuestos ricos en azúcares mediante rutas de fermentación bacteriana. Además de reducir costes de producción, la utilización de subproductos agrícolas como material de relleno para desarrollar envases sostenibles permite modificar y mejorar las propiedades de las matrices poliméricas. Particularmente, la paja de arroz es uno de los residuos lignocelulósicos más generados mundialmente y por cada kilo de arroz se obtienen 1.5 kg de paja. Su alto contenido en celulosa le convierte en una fuente de la misma para diferentes aplicaciones, como el refuerzo de films poliméricos<sup>1</sup>. No obstante, la naturaleza hidrófila de la celulosa le proporciona baja compatibilidad con matrices poliméricas hidrófobas. De esta forma, su funcionalización por medio de silanización<sup>2</sup> permite mejorar su interacción con el polímero. Este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto en las propiedades de films de PBS al incorporar fibras de celulosa de paja de arroz de diferente composición, con y sin silanización.

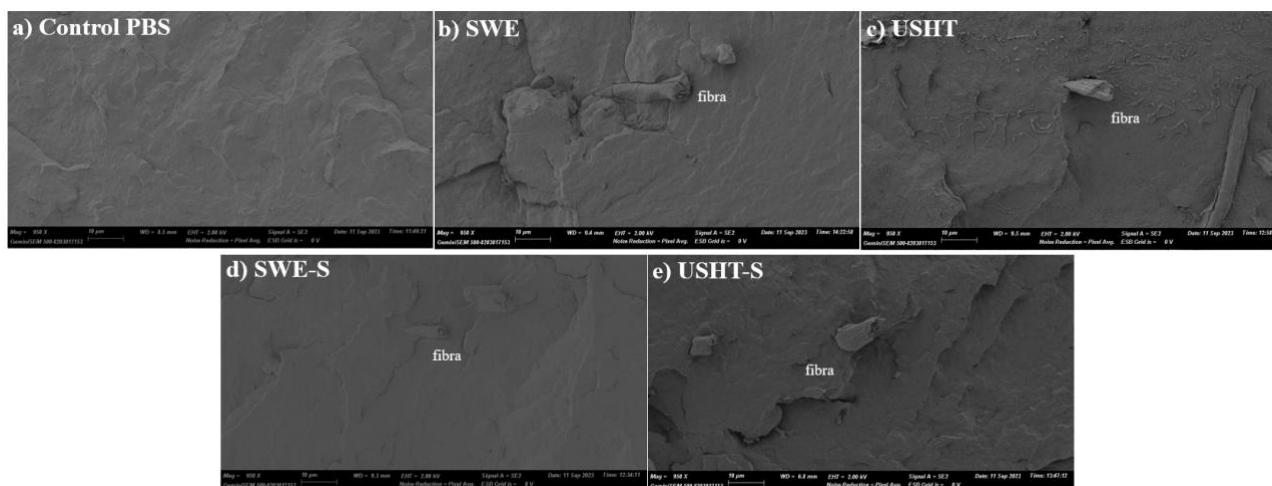
### 2. Material y Métodos

Se obtuvieron fibras de celulosa en dos etapas: i) extracción con agua subcrítica a 180 °C (SWE) o extracción mediante reflujo en agua con pretratamiento con ultrasonidos (USHT); y posterior ii) blanqueo con hipoclorito sódico.<sup>1</sup> Ambas muestras se funcionalizaron con 1% de (3-glycidioxypropyl) trimethoxysilane (GPS).<sup>2</sup> Se prepararon películas de PBS con los cuatro tipos de fibras: fibras blanqueadas (SWE, USHT) y silanizadas (SWE-S, USHT-S), al 3 %, por mezclado en fundido, con un mezclador interno (HAAKETM PolyLabTM QC, Thermo Fisher Scientific, Alemania), y moldeo por compresión en una prensa hidráulica de platos calientes (Modelo LP20, Labtech Engineering, Tailandia). Los materiales fueron caracterizados en su morfología a través de imágenes FESEM, propiedades mecánicas (ASTM D882-12), propiedades de barrera al vapor de agua (ASTM E96/E96M) y al oxígeno (ASTM D3985-05) y en propiedades térmicas por DSC y DMA.

### 3. Resultados y Conclusión

La Figura 1 muestra las imágenes FESEM de la sección transversal de los films de PBS sin y con cada una de las fibras, donde puede apreciarse la inclusión de las mismas en la matriz homogénea del polímero. Para las fibras no silanizadas (SWE y USHT) se observó una menor adhesión fibra-matriz lo que se refleja en el espacio de separación entre los dos componentes. La Tabla 1 recoge los valores de la temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) y grado de cristalinidad ( $X_c$ ) obtenidos de los ensayos térmicos, además de las propiedades mecánicas, de barrera al vapor de agua y al oxígeno de las diferentes películas. El mejor rendimiento mecánico se obtuvo para la película SWE-S, que supera en un 44% el valor del módulo de elasticidad al control y en un 18% en extensibilidad a las películas con fibras no funcionalizadas. Esta mejora puede atribuirse a la mejor adhesión entre la matriz de PBS y la celulosa

con GPS-anclado y al menor contenido en hemicelulosa de las fibras SWE. Por otro lado, se observó que la introducción de las fibras no modificó significativamente  $T_g$  del PBS, por lo que las fibras no interfieren en el grado de asociación de las cadenas del biopolímero en la fase amorfa. Sin embargo, sí provocaron un aumento en la cristalinidad de las películas. En cuanto a la permeabilidad al vapor de agua, el PBS presenta propiedades intermedias en comparación con otros biopolíesters, y se observó que la incorporación de fibras redujo ligeramente la capacidad de barrera al vapor de agua de la PBS, debido al carácter hidrófilo de la celulosa. En cambio, la barrera al oxígeno se mejoró significativamente al añadir las fibras SWE, aumentando casi en un 20% en las películas con SWE-S.



**Figura 1.** Micrografías de FESEM de PBS (a) y sus películas compuestas con SWE (b), USHT (c), SWE-S (d) y USHT-S (e).

**Tabla 1.** Temperatura transición vítrea ( $T_g$ ), Cristalinidad ( $X_c$ ), Tensión de fractura (TS), Elongación en la rotura ( $\epsilon$ ), Módulo elástico (EM), Permeabilidad al vapor de agua (WVP), Permeabilidad al oxígeno (OP) para las muestras.

Muestra	$T_g$	$X_c$	EM (MPa)	TS (MPa)	$\epsilon$ (%)	WVP · 10 <sup>14</sup> (kg/Pa.s.m)	OP · 10 <sup>18</sup> (m <sup>3</sup> /Pa.s.m)
PBS	-23.8 ± 2.3 <sup>a</sup>	35.6 ± 1.1 <sup>c</sup>	337.9 ± 55.5 <sup>a</sup>	41.5 ± 1.6 <sup>a</sup>	19.1 ± 1.5 <sup>c</sup>	1.88 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.08 ± 0.05 <sup>b</sup>
SWE	-25.6 ± 0.6 <sup>a</sup>	49.0 ± 0.3 <sup>a</sup>	480.9 ± 33.2 <sup>b</sup>	31.6 ± 1.3 <sup>c</sup>	11.9 ± 0.6 <sup>a</sup>	2.04 ± 0.05 <sup>ab</sup>	0.89 ± 0.03 <sup>a</sup>
USHT	-25.7 ± 1.9 <sup>a</sup>	47.0 ± 1.0 <sup>ab</sup>	481.8 ± 29.6 <sup>b</sup>	29.3 ± 0.3 <sup>d</sup>	10.9 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.55 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.24 ± 0.08 <sup>c</sup>
SWE-S	-24.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	44.2 ± 0.2 <sup>b</sup>	474.8 ± 30.4 <sup>b</sup>	33.6 ± 1.9 <sup>b</sup>	14.1 ± 2.0 <sup>b</sup>	2.25 ± 0.03 <sup>bc</sup>	0.87 ± 0.03 <sup>a</sup>
USHT-S	-26.1 ± 1.7 <sup>a</sup>	48.7 ± 1.2 <sup>a</sup>	486.6 ± 39.0 <sup>b</sup>	30.8 ± 1.9 <sup>cd</sup>	12.2 ± 1.2 <sup>a</sup>	2.96 ± 0.19 <sup>c</sup>	0.93 ± 0.08 <sup>ab</sup>

En conclusión, las fibras de celulosa de la paja de arroz obtenidas por SWE y silanizadas son las que proporcionaron mayores mejoras en la barrera al oxígeno del PBS, y también mejor rendimiento mecánico, incrementando el módulo de elasticidad y la extensibilidad de los films.

**Palabras clave:** paja de arroz; fibras celulosa; succinato de polibutileno; envases biodegradables; silanización

#### Referencias

- Freitas, P. A., González-Martínez, C., & Chiralt, A. (2023). Influence of the cellulose purification process on the properties of aerogels obtained from rice straw. *Carbohydrate Polymers*, 312, 120805.
- Cabrera, I. C., Berlioz, S., Fahs, A., Louarn, G., & Carriere, P. (2020). Chemical functionalization of nano fibrillated cellulose by glycidyl silane coupling agents: A grafted silane network characterization study. *International Journal of Biological Macromolecules*, 165, 1773–1782.

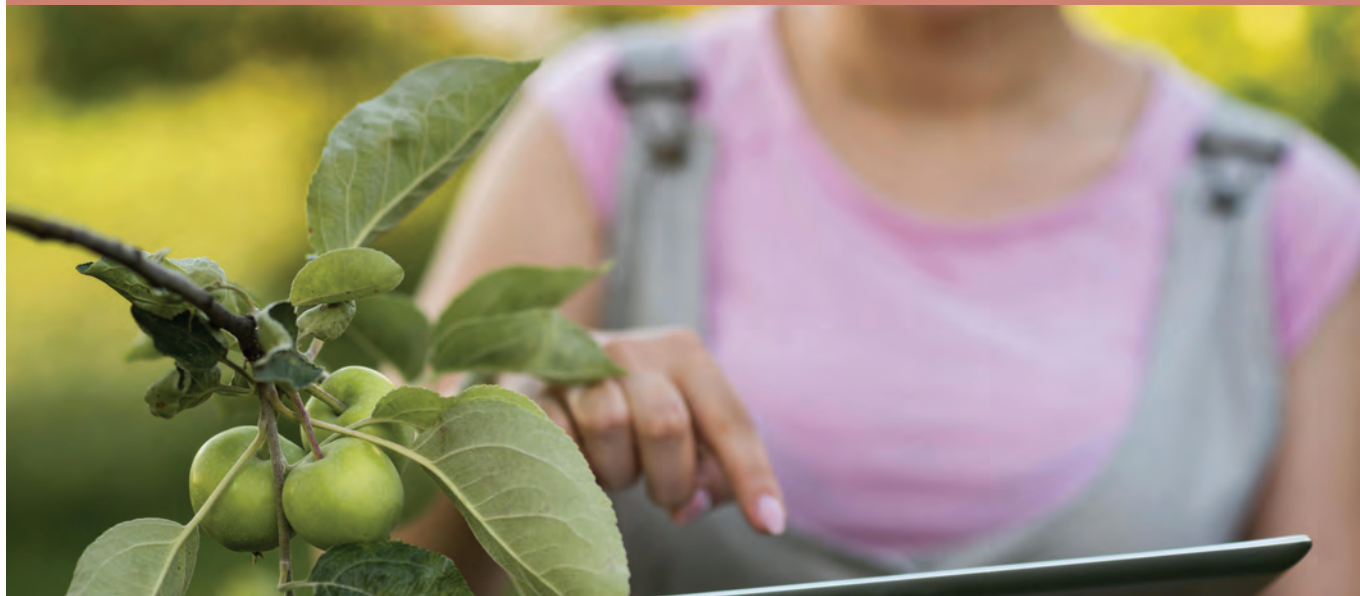
**Agradecimientos.** Este estudio fue financiado por los proyectos AGROALNEXT/2022/026, CIPROM/2021/071, RYC2019-027784-I y CIACIF/2021/422.

**Tipo de presentación:** Póster

# AGROALNEXT



Línea estratégica 3: Transición digital del sector agroalimentario



## COMUNICACIONES ORALES WP3

## DEL LABORATORIO AL CAMPO: REVOLUCIONARIO SISTEMA DE RIEGO SOSTENIBLE CON TECNOLOGÍA DE RECUPERACIÓN HÍDRICA Y NUTRICIONAL

**Dámaris Núñez-Gómez<sup>1\*</sup>, Pilar Legua<sup>1</sup>, Juan José Martínez-Nicolás<sup>1</sup>, Vicente Lidón<sup>1</sup>,  
Agustín Conesa<sup>1</sup>, Francisco García<sup>2</sup>, Joaquín Melgarejo<sup>3</sup> y Pablo Melgarejo<sup>1</sup>**

1: Departamento de Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández.  
Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO). Ctra. de Beniel km 3,2. 03312. Orihuela.  
e-mail: dnunez@umh.es

2: Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, Consejo Superior de Investigaciones  
Científicas, 30100 Murcia.

3: Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales. Universidad de Alicante. Carretera  
San Vicente del Raspeig s/n, San Vicente

**Palabras clave:** Autosuficiencia hídrica; economía circular; agricultura sostenible; reutilización de nutrientes; agricultura precisión.

### Introducción y Objetivo

El regadío en la agricultura, fundamental en regiones de lluvias escasas, ha evolucionado desde sus comienzos modestos hasta un desarrollo extraordinario en los últimos 123 años. En España, el regadío ha experimentado un crecimiento notable, pasando de 900,000 hectáreas a 3,877,901 hectáreas en 2021 (ESYRCE, 2021), destacando en Andalucía, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Aragón y Comunidad Valenciana. La tecnificación, especialmente con el riego por goteo, ha sido clave, aunque la salinización del suelo y la sobreexplotación de acuíferos plantean desafíos a la sostenibilidad. En la región mediterránea, la falta de agua para el regadío, el cambio climático y la dependencia energética de Europa requieren estrategias para optimizar agua, fertilizantes y energía. La crisis energética reciente ha resaltado la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria en Europa. Ante esto, el **Proyecto SIRIS** emerge como respuesta científica, enfocado en un sistema de riego eficiente y sostenible, utilizando herramientas digitales para maximizar la eficiencia productiva y la calidad de los cultivos. El proyecto busca un uso racional de recursos mediante la recuperación del drenaje y el reaprovechamiento de subproductos, adaptándose al cambio climático y consolidando fuentes hídricas alternativas. Este enfoque integral no solo minimiza la contaminación y contribuye a la economía circular, sino que también ayuda a reducir los efectos de sequías e inundaciones. Con el diseño experimental propuesto, se busca optimizar insumos y recoger agua y nutrientes en exceso durante lluvias abundantes. Así, el sistema ensayado permite recuperar el agua excedente y los nutrientes, recirculándolos para su reutilización, contribuyendo a la preservación de recursos hídricos y reduciendo problemas medioambientales asociados al regadío intensivo.

### Proyecto SIRIS

La Directiva Marco del Agua abraza la premisa de que nuestro líquido vital es un patrimonio a salvaguardar, crucial en un mundo donde la demanda de agua crece rápidamente. El aumento anual del 1% en el consumo de agua, más del doble del crecimiento demográfico del Siglo XX, ha tejido una red de estrés hídrico global. Las proyecciones sugieren que para 2050, algunos países podrían enfrentarse a una disminución del 50% en la disponibilidad de agua potable, con consecuencias significativas en

calidad de vida, pérdidas económicas, flujos migratorios y posibles conflictos diplomáticos. En este panorama, la agricultura, principal consumidora de agua, se enfrenta al desafío de repensar sus métodos de manera sostenible mientras aumenta la producción. Surge el Proyecto SIRIS, centrado en diseñar un sistema de riego sostenible que optimice recursos como agua, nutrientes y energía, incorporando la recopilación inteligente del excedente de agua en momentos de abundancia pluvial.

El Proyecto SIRIS, se centra en la citricultura, especialmente en naranjos 'Navelina' sobre el patrón *Citrus macrophylla*. Este proyecto no solo impacta en el ámbito académico, sino también en el tejido sociopolítico al optimizar sistemas de fertirrigación y contribuir a la estabilidad del sector agrícola. Los impactos proyectados del Proyecto SIRIS abarcan desde la reducción del consumo de agua y energía hasta la disminución en el uso de fertilizantes, prometiendo aliviar costos de cultivo. La recuperación de agua de lixiviación, rica en nutrientes, no solo reduce la contaminación ambiental, sino que también se convierte en un recurso valioso para la fertilización. Estos impactos, junto con la mejora de las condiciones de cultivo y la eficiencia de las plantas, apuntan hacia una agricultura más sostenible y rentable. En cuanto al diseño experimental, la parcela en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO-UMH) sirve como terreno fértil para evaluar resultados y trazar un nuevo camino hacia la agricultura del mañana. Este enfoque experimental no solo busca la eficiencia en la gestión de recursos, sino también impulsa el conocimiento y la aplicación práctica de tecnologías avanzadas en agricultura. El Proyecto SIRIS implementa una infraestructura avanzada para garantizar el éxito del experimento, con una electrobomba adicional, depósitos y electroválvulas dedicadas a cada sector de riego. Sondas avanzadas y una estación meteorológica proporcionan datos detallados, conectados a un controlador de fertirrigación para la entrega precisa de agua y nutrientes. La conectividad a la nube permite el almacenamiento centralizado de datos y la gestión remota completa del cultivo, redefiniendo la forma de cultivar hacia un futuro donde la precisión y la sostenibilidad van de la mano.

## **Resultados y conclusión**

Los resultados preliminares del Proyecto SIRIS en la región sureste de España son prometedores, destacando soluciones innovadoras para la gestión sostenible del agua en la agricultura. Con un enfoque en la eficiencia hídrica, las tesis con malla antihierba han demostrado ahorros notables entre el 46.5% y el 65.2% en comparación con la tesis testigo, gracias a la retención del agua en el suelo. La recolección de agua de lluvia ha sido crucial, logrando ahorros significativos y consolidando la eficiencia en la captura de recursos hídricos naturales. En cuanto a la calidad del agua de drenaje, se registra una mejora con una conductividad eléctrica (CE) media de 1,42 dS/m, en comparación con el agua de riego convencional del río Segura con una CE de 1,68 dS/m. Este resultado sugiere la viabilidad de mejorar la calidad del agua mediante la integración de fuentes hídricas diversas. El impacto en las dimensiones de los árboles es positivo, con un aumento significativo en el diámetro de la copa y el tronco en las tesis con malla antihierba y sistema de drenaje, beneficiando el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Las conclusiones preliminares resaltan la importancia del Proyecto SIRIS en la mejora de la eficiencia hídrica y medioambiental en la agricultura del sureste español. La recolección eficiente de agua, el ahorro en su consumo y los beneficios observados en las dimensiones de los árboles subrayan la viabilidad y relevancia de este proyecto. Aunque los resultados deben ser confirmados a lo largo de los años, el Proyecto SIRIS se posiciona como un referente para un futuro agrícola más resiliente y equilibrado, abordando desafíos actuales y estableciendo un camino hacia la sostenibilidad. Más información y novedades del Proyecto SIRIS en nuestras redes sociales X <https://twitter.com/AgroAlnextSIRIS>, LinkedIn [www.linkedin.com/in/siris-agroalnext-0b1700294](http://www.linkedin.com/in/siris-agroalnext-0b1700294), y en nuestro blog <https://proyectosiris.umh.es/>.

## **Referencias**

ESYRCE - Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos (2021). Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España.

## **Agradecimientos**

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT2022/013) y fue respaldado por el MCIN con financiamiento de la Unión Europea a través de NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.



## Diseño de un Gemelo Digital para el Control Climático en un Invernadero de Cannabis sativa: Un Estudio de Caso de Uso en la Universidad de Alicante

Ferrández-Pastor Francisco-Javier<sup>1\*</sup>, Pardo-Pina Sofía<sup>2</sup>, Rocamora Carmen<sup>2</sup>, Alcañiz-Lucas Sara<sup>1</sup>, Puerto Herminia<sup>2</sup> y Cámara-Zapata José M.<sup>2</sup>

1: Grupo I2RC, EPS Universidad de Alicante  
Carretera San Vicente s/n 03690  
fjferran@ua.es

2: Instituto de Investigación en Innovación Agroalimentaria y Agroambiental, CIAGRO, Universidad Miguel Hernández, Ctra de Beniel, s/n, 03312, Orihuela, Alicante

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial, control inteligente, aprendizaje por refuerzo, IoT.

**Introducción y objetivo:** Un gemelo digital en el contexto de un invernadero se refiere a una réplica virtual detallada del invernadero físico [1]. Este modelo digital se basa en datos recogidos de sensores y sistemas IoT en tiempo real, simulando con precisión el entorno y las operaciones del invernadero. Los datos capturados permiten diseñar una función objetivo capaz de predecir el comportamiento de las variables climáticas del invernadero en función del setpoint introducido a la instalación de control climático. Si a esta predicción le incorporamos un algoritmo que ajuste de forma automática el setpoint, mediante aprendizaje por refuerzo [2], para reducir el consumo energético, estaremos optimizando el sistema mediante un sistema virtual, el cual refleja el comportamiento físico real.

**Material y métodos:** Este trabajo sigue la línea de investigación del proyecto CANNADIG en un invernadero automatizado del parque científico de la Universidad de Alicante. En esta instalación, el sistema de climatización se controla a partir de la selección del setpoint de las condiciones climáticas deseadas. Los actuadores que forman parte de este sistema de regulación son: una máquina de aire acondicionado, apertura-cierre de ventanales, malla de sombreado y sistema fog-system de control de la humedad. El técnico especialista recibe la necesidad de las condiciones climáticas (temperatura-humedad) del cultivo a lo largo de la jornada. Se parte de la captura de datos ambientales mediante el uso de sensores IoT. Se registran también datos externos climáticos que forman parte del dataset. Finalmente, se incorporan los valores del setpoint para el control de la temperatura seleccionada, que será la referencia a la máquina de clima. Al mismo tiempo, con un sensor de consumo, se obtiene y registra el consumo eléctrico de la instalación. Todo ello de forma horaria. Cada hora el técnico puede programar un nuevo setpoint en función de su experiencia. El algoritmo reproduce el comportamiento de control del técnico simulando el comportamiento ambiental, ajustando el valor elegido para reducir el consumo energético. El sistema simulado permite analizar estrategias de control utilizando parámetros de entrada al sistema como la temperatura de consigna y las acciones correctoras que sobre ella el sistema puede realizar de forma automática para optimizar el consumo energético.

**Resultados y conclusión:** Se utiliza el algoritmo de aprendizaje Q-Learning mostrado en la Tabla 1. El algoritmo computa cada hora la acción con mayor recompensa (menor consumo) en función de las condiciones ambientales modeladas del interior y de las predicciones meteorológicas del exterior.

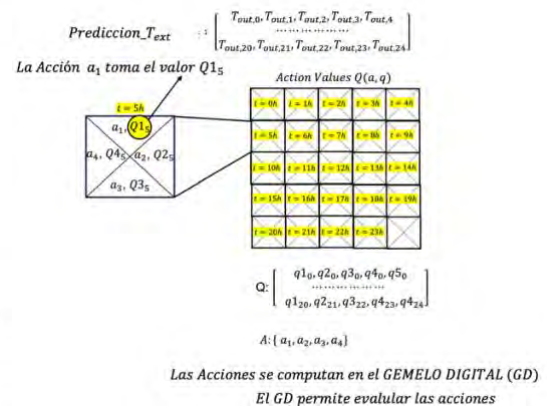
---

**Algorithm 1** Q-learning: Learn function  $Q : \mathcal{X} \times \mathcal{A} \rightarrow \mathbb{R}$

**Require:**  
 States  $\mathcal{X} = \{1, \dots, n_x\}$   
 Actions  $\mathcal{A} = \{1, \dots, n_a\}$ ,  $A : \mathcal{X} \Rightarrow \mathcal{A}$   
 Reward function  $R : \mathcal{X} \times \mathcal{A} \rightarrow \mathbb{R}$   
 Learning rate  $\alpha \in [0, 1]$ ,  $\alpha = 1$   
 Discounting factor  $\gamma \in [0, 1]$

**procedure** QLEARNING( $\mathcal{X}, A, R, T, \alpha, \gamma$ )  
 Initialize  $Q : \mathcal{X} \times \mathcal{A} \rightarrow \mathbb{R}$  arbitrarily  
**while**  $Q$  is not converged **do**  
   Start in state  $s \in \mathcal{X}$   
   **while**  $s$  is not terminal **do**  
     Calculate  $\pi$  according to  $Q$  and exploration strategy  
      $a \leftarrow \pi(s)$   
      $r \leftarrow R(s, a)$  ▷ Receive the reward  
      $s' \leftarrow T(s, a)$  ▷ Receive the new state  
      $Q(s', a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha \cdot (r + \gamma \cdot \max_{a'} Q(s', a'))$   
**return**  $Q$

---



**Tabla 1.** Algoritmo de aprendizaje por refuerzo

El resultado final se registra en una tabla en la que se muestran los valores Q para cada hora del día, (Tabla 1) en función de los datos obtenidos del dataset. Este cálculo se realiza en cada tramo temporal actualizando los valores y determinando cuál es la acción que más interesa en cada momento. Se trata de una simulación que representa la evolución real en el invernadero.

Como conclusión de demuestra la aplicabilidad de técnicas de captura de datos mediante IoT, la predicción temporal de las condiciones meteorológicas externas y la integración de un algoritmo de aprendizaje. El conjunto permite desplegar un servicio digital de simulación utilizado para optimizar el consumo energético del invernadero, con unas características y modo de funcionamiento propias de un Gemelo Digital. Este método puede utilizarse para cada tipo de instalación, adaptándose a los datos obtenidos mediante sensores IoT, y la capacidad de control climático instalado que marcará la simulación adaptada. La metodología se puede extender a otro tipo de funcionalidades que puedan formar parte de un GD para simular y optimizar la producción.

## Referencias

- [1] Fatima K, Hussain S, Khan SA, Khan MA, Saleem SR, Kanwal S. Digital Twin Greenhouse Technologies for Commercial Farmers. *Environmental Sciences Proceedings*. 2022; 23(1):33. <https://doi.org/10.3390/envirosciproc2022023033>
- [2] Zhang, W., Cao, X., Yao, Y., An, Z., Luo, D., & Xiao, X. (2021). Robust Model-based Reinforcement Learning for Autonomous Greenhouse Control. *ArXiv, abs/2108.11645*.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/048) y ha sido apoyado por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana. La autora Carmen Rocamora ha sido financiada por el Ministerio de Universidades y por la Unión Europea-Next Generation EU en el marco de las Ayudas para la Recualificación del Sistema Universitario Español, en la modalidad Recualificación del profesorado universitario funcionario o contratado.

## HERRAMIENTAS DIGITALES PARA PROMOVER LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Sheila Sánchez Artero<sup>1\*</sup>, Pedro Amorós<sup>2</sup> y Jose V. Ros Lis<sup>1</sup>

1: Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM), Grupo de investigación REDOLÍ, Universidad de Valencia.

Carrer del D. Moliner, 50, 46100 Burjassot, Valencia.

e-mail: sheila.sanchez@uv.es

2: Instituto Universitario de Ciencia de los Materiales (ICMUV), Universidad de Valencia, 46980 Paterna, Valencia.

**Palabras clave:** Sensores ópticos, sensores electroquímicos, nariz electrónica.

En el ámbito agroalimentario, existen diversos desafíos que pueden enfrentarse mediante la aplicación de herramientas digitales, como las narices electrónicas. Este tipo de sistemas se basa en un array de sensores, lo cual mejora su selectividad en entornos complejos como los agroalimentarios.

El sistema desarrollado combina sensores ópticos y electroquímicos. Los sensores electroquímicos son de tipo semiconductor, y se han implementado sistemas automatizados de toma y envío de datos. Los sensores ópticos se basan en reactivos cromofluorogénicos. Estos materiales son seleccionados previamente, sintetizados y preparados sobre tres soportes inorgánicos específicos: UVM-7, sílice y alúmina. Los cambios de color y/o fluorescencia pueden ser detectados de manera fácil a simple vista o usando diferentes sistemas de captura de imagen.

Debido a la considerable cantidad de datos recopilados durante los ensayos, se lleva a cabo un análisis multivariante exhaustivo para profundizar en la información proporcionada por los diversos sensores evaluados. Se emplean técnicas como el análisis de componentes principales (PCA), se generan dendrogramas mediante el análisis de clúster, y se realiza la regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS). Estas metodologías permiten una comprensión más detallada de la compleja interacción de datos y facilitan la interpretación de patrones significativos.

Se han abordado con éxito varios desafíos en el sector agroalimentario mediante el desarrollo e implementación de narices electrónicas. Un ejemplo destacado es la capacidad para realizar la detección temprana de plagas clave en la citricultura. Otro aspecto en el que estos tipos de herramientas digitales han demostrado su utilidad es en la monitorización del proceso de envejecimiento del compostaje.

**Agradecimientos:** Este estudio ha contado con el apoyo de la subvención del programa AGROALNEXT apoyado por el MCIN, la Unión Europea Next Generation (PRTR-C17. I1), por la Generalitat Valenciana, referencia EUAGROALNEXT/2022/065; y el proyecto SENSOPLAG (INNEST/2021/108) financiado por la Agencia Valenciana de Innovación.

## ANÁLISIS DE METODOLOGÍA DE TOMA DE DATOS CON DRON EMBARCANDO DIFERENTES SENSORES PARA LA GENERACIÓN DE ÍNDICES DE VEGETACIÓN

Israel Quintanilla<sup>1\*</sup>, Jordi Vidal<sup>1</sup>, Carlos Puig<sup>1</sup>, Gorka Perpiñá<sup>2</sup>, Miguel Bracho Gil<sup>2</sup>,  
Silvia Ramos<sup>2</sup>, Miguel Ezquerro<sup>2</sup>, María José Díez<sup>2</sup>, Santiago García-Martínez<sup>3</sup>, Juan José  
Ruíz-Martínez<sup>3</sup>, Ana Pérez-de-Castro<sup>2</sup> y Belén Picó Sirvent<sup>2</sup>

1: Departamento de Ingeniería Cartográfica, UPV, Camino de Vera s/n. [iquinta@cgf.upv.es](mailto:iquinta@cgf.upv.es)

2: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV), Universitat  
Politécnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia (España).

3: Departamento de Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Miguel  
Hernández, Avda. Universidad s/n, 03202, Elche, Alicante (España).

e-mail: [iquinta@cgf.upv.es](mailto:iquinta@cgf.upv.es)

**Palabras Clave:** Dron, NDVI, Cucurbitáceas, digitalización, estrés abiótico

### Introducción y objetivo

La familia de las Cucurbitáceas es la segunda familia de hortícolas más importante a nivel económico y social en el mundo. Incluye cultivos como el melón, la sandía, el pepino y las calabazas y calabacines. Se trata de cultivos de verano, que se ven muy afectados por los cambios climatológicos, como la escasez de agua, las altas temperaturas o la salinización de los acuíferos y los suelos agrícolas. En el marco de los proyectos AGROALNEXT/2022/025, PROMETEO 2021/072 y TED 2021-132130B-I00, se está analizando, empleando distintas aproximaciones, la respuesta a estrés biótico de colecciones de variedades tradicionales de estos cultivos. El análisis masivo de los recursos genéticos disponibles se ve enormemente facilitado por el empleo de estrategias digitales que optimicen los fenotipados. Para ello, el grupo de Mejora genética de Cucurbitáceas del COMAV trabaja conjuntamente con el grupo de trabajo de drones de la UPV, WUAS-UPV, para implementar estrategias de fenotipado de plantas sometidas a estrés mediante el empleo de drones. Se han realizado una serie de vuelos de drones y tomas de datos en diferentes jornadas en las ubicaciones de Alcàsser (ensayo de estrés hídrico) y Elche (ensayo de estrés salino) para el análisis de aproximadamente 500 variedades tradicionales de cucurbitáceas ensayadas dentro del marco del proyecto de investigación AGROALNEXT.

El objetivo ha sido comprobar **la mejor metodología para analizar el estado vegetativo mediante sensores multiespectrales, térmicos y RGB** para la toma de datos de agricultura de precisión, con el fin de extraer índices de vegetación (NDVI, SAVI, CVSI) de las variedades, aportando datos cuantitativos para el análisis de propiedades agrícolas, como el **nivel de clorofila, la temperatura, el estrés hídrico o la sanidad vegetal**.

### Material y métodos

Para la captación de datos se han utilizado dos drones, un *DJI MATRICE 300 RTK*, con una *Zenmuse H20T* para la obtención del modelo digital de elevaciones y ortofotos de alta precisión y un *DJI Phantom 4 RTK* Multiespectral para la obtención del NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada) con posicionamiento RTK para mejorar su precisión (Figura 1). Se realizaron cuatro vuelos en Alcàsser, donde las plantas se estaban cultivando en condiciones control y en condiciones de estrés hídrico (en las fechas 15/05, 09/06, 30/06 y 21/07 de 2023) y tres en Elche, donde las plantas se estaban cultivando en condiciones de estrés salino (en las fechas 16/05, 26/06 y 18/07 de 2023). Se obtuvieron datos en las

diferentes campañas de vuelo con el fin de modelar el volumen del cultivo y comprender su estado físico y de crecimiento en diferentes series temporales, así como el estrés y vigor de las plantas.

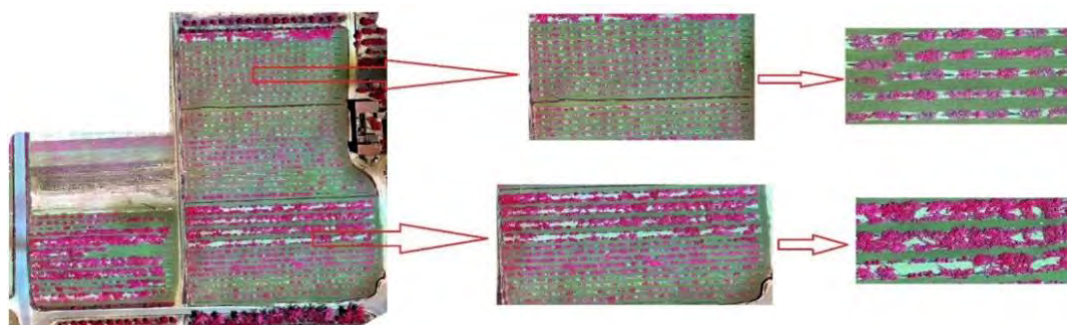


Figura 1. Aislamiento del terreno/vegetación mediante sensor multispectral

A partir de las tomas aéreas, se generan los siguientes productos para cada plantación:

- **Ortofoto de alta resolución:** 1 cm GSD (Distancia de muestra del suelo, distancia entre el punto central de dos píxeles consecutivos), para el conteo de flores y la clasificación del terreno
- **Ortofoto multispectral:** Para obtener índices vegetativos
- **MDSn:** Modelo digital de superficie en el que se separa el terreno de la cubierta foliar con el fin de extraer los volúmenes de vegetación. Este modelo se extrae de la resta del MDT (Modelo Digital del Terreno: modelo tridimensional del terreno sin cubierta vegetal) y el MDS (Modelo Digital de Superficies: Modelo tridimensional que contiene todos los elementos).

## Resultados y conclusión

Se han obtenido todos los productos mencionados y actualmente se están calculando los índices de vegetación para las variedades de estudio y así poder generar una base de datos en el que se incluirán los datos relativos al NDVI para las distintas campañas de campo y así poder analizar las tendencias del crecimiento y desarrollo vegetal de las especies analizadas.

Debido a la baja altura de la masa foliar resulta complejo realizar un cálculo de volúmenes por lo que para próximas iteraciones de la metodología se añadirá un sensor LIDAR para la obtención del MDSn en vez de por fotogrametría.

## Referencias

A. Kalantar, Y. Edan, A. Gur, I. Klapp, “A deep learning system for single and overall weight estimation of melons using unmanned aerial vehicle images” *Computers and Electronics in Agriculture* Volume 178, November 2020, 105748

S. Eh Teet, N. Hashim, “Recent advances of application of optical imaging techniques for disease detection in fruits and vegetables: A review”, *Food Control* Volume 152, October 2023, 109849

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del programa AGROALNEXT (proyecto AGROALNEXT/2022/025), respaldado por el MCIN, con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana, PROMETEO 2021/072, financiado por el programa para grupos de excelencia de la Conselleria de Educación, Universidades y Empleo de la GVA y Proyecto TED2021-132130B-I00 financiado por MCIN/AEI /10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR. M.E. agradece la ayuda en el marco del “Programa Investigo” (Generalitat Valenciana, Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU).

## MOVIMIENTO DEL GANADO CON COLLARES GPS Y SU APLICACIÓN EN LA GESTIÓN DE AGROECOSISTEMAS

Jomar Magalhaes Barbosa<sup>1\*</sup>, Marina Rincón-Madroñero<sup>1</sup>, Lola Fernández-Gómez<sup>1</sup>, Mario Velamazán<sup>1</sup>, Antonio Contreras<sup>2</sup>, José Antonio Sánchez Zapata<sup>1</sup>

1: Grupo de Investigación en Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Instituto de investigación e innovación agroalimentaria y agroambiental, Universidad Miguel Hernández, Elche, 03202.

2: Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Murcia, 30100, Murcia

\*e-mail: jmagalhaes@umh.es

**Palabras clave:** Ganadería extensiva; Tecnología GPS/GSM; Clima; Funcionamiento de Agroecosistema

### Introducción

Existe una clara preocupación entre los ganaderos por los eventos climáticos extremos, especialmente las sequías o precipitaciones intensas, cuya frecuencia se ha incrementado en las últimas décadas. En consecuencia, la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas podría verse directamente afectada, especialmente en los sistemas agropecuarios tradicionales basados en el uso de pastos naturales (Barbosa et al., 2023). En particular, para las regiones mediterráneas, la necesidad de alimentación suplementaria para el ganado puede aumentar en un escenario de cambio climático donde las sequías son más frecuentes, lo que contribuye significativamente a la subida de los costes de producción. Además, existe una creciente preocupación de los consumidores por la calidad de los productos ganaderos y el bienestar animal. Por lo tanto, entender las relaciones ecológicas entre ganado-pasto-clima en sistemas semi-naturales nos posibilita una transición hacia una ganadería sostenible y con capacidad de resiliencia a los efectos del cambio climático y la escasez hídrica.

El uso de herramientas de recopilación de datos masivos (BigData), incluida la telemetría por GPS para el ganado y la teledetección (con imágenes satelitales), junto con una caracterización ecológica de los sistemas productivos establecen como una oportunidad metodológica única para evaluar la sostenibilidad de los sistemas ganaderos extensivos. En ese contexto, el presente estudio tiene como objetivo combinar datos GPS-GSM y ecosistémicos (clima y productividad de los pastos) para proponer potenciales herramientas de gestión del uso del paisaje en sistemas ganaderos extensivo.

### Material y métodos

Usando aproximadamente 100.000 posiciones GPS de 26 rebaños de ovejas (Santiago de la Espada, Jaén), hemos estimado la velocidad diaria de movimiento (metros/día) y la presión de pastoreo (**P**; número de unidades ganadera por hectárea adaptado de Castillo-García et al. 2022) con la siguiente ecuación:

$$P = \frac{\text{Tamaño del rebaño} * \text{Probabilidad de uso} * \text{Intervalo de recogida de datos} * UGM}{\text{radio de 1 hectárea} / \text{radio de analisis}}$$

Donde el tamaño del rebaño es el número de cabezas de ganado de cada rebaño/collar GPS, probabilidad de uso es un índice calculado con la función “Utilization Density” del software R (paquete amt), intervalo de recogida de datos es de 1h entre puntos GPS, UGM es la unidad de ganado mayor de 0,125 para ovejas, radio de análisis es el “bandwidth” del “Utilization Density” y el radio de 1 hectárea es de 56,4 metros. La ecuación genera para cada rebaño una imagen “raster” con 50 m de pixel. Si hay solapamiento espacial entre rebaños, se suman todas las imágenes raster.

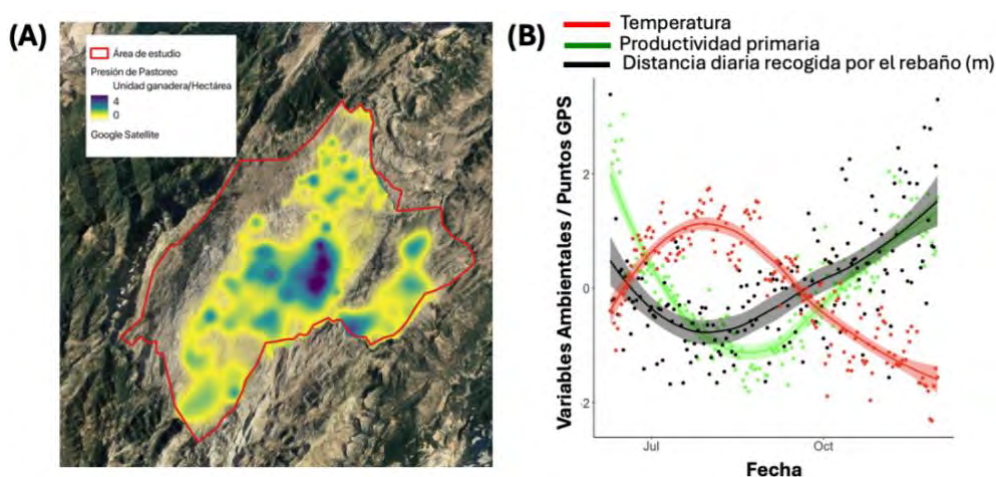
Para cada posición GPS (teniendo en cuenta el día y la hora de cada posición), también hemos obtenido datos de productividad primaria de los pasto y clima (precipitación y temperatura). Usamos datos de los satélites Landsat (L5, L7, L8) y MODIS (<https://lpdaac.usgs.gov/>), para extraer la productividad primaria de la vegetación con el Índice de diferencia normalizado (NDVI). Además, usamos datos CHIRPS, y de

la Agencia Estatal de Meteorología-AEMET para obtener información de precipitación y temperatura. Los datos de NDVI y clima han sido procesados en la plataforma Google Earth Engine (GEE).

## Resultados y conclusión

Nuestros resultados demuestran un gran potencial en el uso combinado de datos de collares GPS del ganado con datos climáticos o de productividad primaria de los pastos obtenidos por medio de imágenes de satélite (Figura 1). Primero, hemos creado mapas de presión de pastoreo (número de unidades ganadera por hectárea, Figura 1A) usando una metodología totalmente automatizada que se puede aplicar en cualquier región del mundo y con cualquier tipo de rebaño (vacas, caballos, etc.). La resolución espacial y temporal es totalmente adaptable a las demandas de gestión del paisaje. Mas importante, esa metodología puede ser incorporada a una aplicación móvil que los propios ganaderos pueden manejar. Por otro lado, hemos observado que el movimiento del ganado a nivel diario y a lo largo del año está bastante condicionado a las condiciones climática y de disponibilidad de alimento en los pastos extensivos (Figura 1B). Con estos datos, podemos reconstruir detalles del proceso de obtención de alimento y gastos energéticos del rebaño.

Reconstruyendo en el espacio y en el tiempo las relaciones entre clima-pastos-ganado, ese estudio puede contribuir a la gestión, conservación y resiliencia ecológica de los sistemas de pastoreo de montaña de alto valor natural en un contexto de cambio climático. Desde un punto de vista aplicado, proponemos la incorporación de sensores remotos y tecnología satelital en los sistemas de manejo ganadero basados en el monitoreo de pastos y ganado, permitiendo a los actores optimizar el manejo de los ecosistemas de pastoreo extensivo. La accesibilidad del sector agropecuario a esas tecnologías puede ser clave para una eficiente gestión y manejo del ganado en un contexto de clima cada vez menos predecible. Entre los grandes retos de futuro para la sostenibilidad del sector agroalimentario en la UE y España se encuentra el incremento del uso de bases conceptuales de la ecología y la incorporación de tecnologías punteras.



**Figura 1:** (A) Mapa de presión de pastoreo (número de unidades ganadera por hectárea) con una resolución espacial de 50 metros y un intervalo de tiempo de 1 año. La línea roja indica el área de estudio que incluye aproximadamente 26 rebaños. La escala de color del azul, verde al amarillo indican respectivamente alta, media, baja presión de pastoreo. (B) Fecha y hora de la tomada de datos GPS y su relación con variables ambientales (temperatura y productividad primaria) o distancia diaria recorrida por un rebaño (metros). Los valores han sido normalizados para facilitar su visualización en una misma escala numérica.

## Referencias

- Barbosa, J.M., M. Rincón-Madroño and J. A. Sánchez-Zapata. 2023. "Seasonal Anomalies on Climate Disrupt Ecosystem Dynamics of Different Grazing Systems," IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 1684-1687.
- Castillo-García et al. 2022. Understanding herbivore-plant-soil feedbacks to improve grazing management on Mediterranean mountain grasslands, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 327, 107833.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte de los proyectos AGROALNEXT (2022/038) y DIGITALPAST (TED2021-130005B-C21, MCIN/AEI/10.13039/501100011033) y European Union Next Generation EU/PRTR.

## SENSOR ECONÓMICO Y EFICIENTE PARA EL CONTROL DEL AMONIACO EN EXPLOTACIONES GANADERAS: NH<sub>3</sub>CONTROLFARM.

**Pilar Campíns-Falcó\***, **Belén Monforte-Gómez**, **Rosa Herráez-Hernández**, **Carmen Molins-Legua**, **Yolanda Moliner-Martinez** y **Neus Jornet-Martinez**

Grupo MINTOTA, Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de Valencia;  
Dr. Moliner, 50; 46100 Burjassot, España;

e-mail: pilar.campins@uv.es

**Palabras clave:** amoníaco, atmósferas, granjas, TRL, sensor sólido, smartpone

**Introducción:** El objetivo es la implementación de sensores económicos y eficientes para el control de amoníaco en explotaciones ganaderas, NH<sub>3</sub>ControlFarm. El amoníaco (NH<sub>3</sub>), aunque común en la naturaleza, a partir de un umbral puede tener un fuerte impacto negativo en las granjas de animales, en particular en la industria avícola, con efectos adversos sobre la salud de las aves, la tasa de crecimiento, el sistema inmunológico y la histomorfología intestinal. Además, la liberación de NH<sub>3</sub> al medio ambiente es causa de la lluvia ácida, actuando como catalizador. La Directiva del Consejo de Europa 2007/43/CE establece que la concentración de NH<sub>3</sub> no debe exceder 20 ppm-v durante cualquier período de ocho horas o 35 ppm-v durante cualquier período de diez minutos durante el ciclo de producción avícola. La herramienta NH<sub>3</sub>ControlFarm desarrollada por MINTOTA (Campíns-Falcó et al., 2016 y 2023) puede reducir el riesgo de peligro para la salud en las explotaciones ganaderas aumentando la detección de contaminación lo antes posible en las granjas avícolas, evitando el impacto negativo en las aves por el control de la concentración de NH<sub>3</sub>. Las soluciones actuales para la medición del NH<sub>3</sub> son caras o aportan información puntual o no son selectivas.

**Materiales y métodos:** Pruebas y demostración de las posibilidades de NH<sub>3</sub>ControlFarm a través de casos de uso que cubren problemas de la vida real. Se han desarrollado sensores pasivos con diferentes composiciones que permiten la determinación de amoníaco de una forma sostenible y verde, sin necesidad de coste energético y sin toxicidad. Se realiza una evaluación integral del amoníaco en atmósferas de granjas avícolas a partir de sensores distribuidos en la instalación (proyectos PDC2021-121604-I00 finalizado y AGROALNEXT 2022/019). Se evalúan las mediciones digitalmente.

**Resultados y conclusiones:** Casos de uso realizados en granjas avícolas. Los resultados son el diagrama técnico de las granjas seleccionadas y el plan de muestreo para establecer la concentración de NH<sub>3</sub> en un escenario correspondiente a las condiciones de trabajo habituales para los períodos de crecimiento de los pollos (invierno y verano) donde el control del NH<sub>3</sub> es difícil. La temperatura interior no debe exceder la temperatura exterior en más de 3°C cuando esta última sea de 30°C y la humedad relativa durante 48 horas no debe exceder el 70% cuando la temperatura exterior sea inferior a 10°C. Un ejemplo de los resultados obtenidos se muestra en la Figura 1.

Además de la resiliencia (pasivo, cambio de color a varias T y % RH), otra ventaja importante de NH<sub>3</sub>ControlFarm es su capacidad de proporcionar información de toda la atmósfera de la granja avícola mediante la distribución del número adecuado de sensores. Este diseño no es posible con las opciones actuales de forma sostenible.



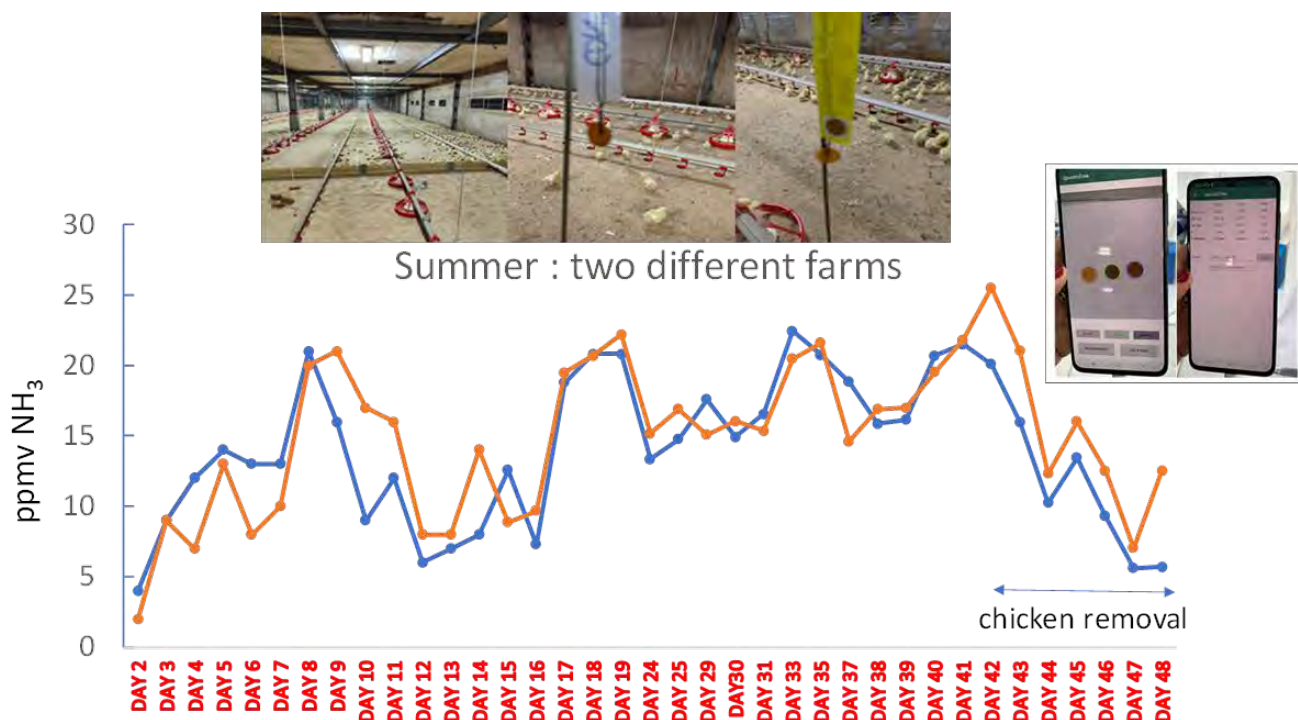


Figura 1. Casos de uso realizados en 2 granjas avícolas. Resultados de amoníaco en la atmósfera de la granja 1 (azul) y granja 2 (naranja) para 48 días de engorde de la camada.

#### Referencias:

1. P. Campíns-Falcó, Y. Moliner-Martínez, R. Herráez-Hernández, C. Molins-Legua, J. Verdú-Andrés, N. Jornet-Martínez. Patent title: Passive device for in situ detection and/or determination of amines in gases. Grant no: ES2519891B1. Appl. no: P201300436. Titular Entity: 273 UVEG. PCT: PCT/ES2014/000077 (granted 2020), EP 14795283.2. Extended Patent: Passive device for in situ detection and/or determination of ammonia in gases. Application number: P201600032 (positive response 2016) ES 2 619 356 B1.
2. P. Campíns-Falcó, B. Monforte-Gómez, Yolanda Moliner-Martínez, Lusine Hakobyan. Solicitud de patente presentada 30/11/2023: P202331000 "MATRICES TRIDIMENSIONALES POROSAS PARA LA DETECCIÓN Y/O DETERMINACIÓN DE ANALITOS Y SU PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN.

**Agradecimientos:** Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y contó con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana: AGROALNEXT 2022/019. Otras ayudas económicas proceden de: proyecto PDC2021-121604-I00 MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y Unión Europea NextGenerationEU/PRTR y PID2021-124554NB-I00 MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FEDER-Una manera de hacer Europa.

## Desarrollo de estrategias eco-respetuosas innovadoras basadas en miPEPs y sensores proximales para optimizar el uso de agua y nitrógeno en el cultivo de tomate (TOMSMART)

Inmaculada García-Robles<sup>1</sup>, Sara Pescador-Dionisio<sup>1,3</sup>, Aida Robles-Fort<sup>1</sup>, Dani Gil-Villar<sup>2</sup>, M. Pilar Cendrero-Mateo<sup>3</sup>, Begoña Renau-Morata<sup>4</sup>, Adrián Moncholí<sup>3</sup>, M<sup>a</sup> José López-Galiano<sup>1</sup>, Amparo Martínez-Ramírez<sup>5</sup>, Rosa Victoria Molina<sup>2</sup>, M. Dolores Real<sup>1</sup>, Carolina Rausell<sup>1</sup>, Shari Van Wittenberghe<sup>3</sup>. Sergio G Nebauer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Genética. Facultad de Biología, Universitat de València, C/ Doctor Moliner 50, 46100 Burjassot (Valencia).  
Inmaculada.garcia@uv.es

<sup>2</sup>Área de Fisiología vegetal. Universitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia

<sup>3</sup>Laboratory of Earth Observation. Universitat de València, C/ Catedrático José Beltrán, 2, 46980 Paterna, Valencia, Spain

<sup>4</sup>Departamento de Fisiología Vegetal, Instituto Biotecmed, Universitat de València, C/ Doctor Moliner 50, 46100 Burjassot (Valencia).

<sup>5</sup>Sección Genómica, Servicios Centrales de Soporte a la Investigación Experimental (SCSIE), Universitat de València, C/ Doctor Moliner 50, 46100 Burjassot (Valencia).

**Palabras clave:** miPEPs, estrés, cultivo sostenible, teledetección, tomate

### • Introducción y objetivo:

Uno de los efectos con mayor impacto del cambio climático en la agricultura es el aumento de la frecuencia e intensidad de sequías y la alteración de los ciclos de nutrientes. En este contexto, los cultivos se ven sometidos a condiciones cada vez más adversas, lo que subraya la urgencia de comprender y mitigar los efectos del estrés hídrico y nutricional, especialmente en cultivos de interés comercial. El proyecto TOMSMART emplea un enfoque integrado, que combina técnicas fisiológicas clásicas con herramientas de teledetección y análisis de fluorescencia para obtener una comprensión holística de la respuesta de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), una de las principales especies hortícolas, a condiciones de estrés hídrico y deficiencia de nitrógeno (N). Las actuales tecnologías de detección remota permiten obtener indicadores fisiológicos de estrés temprano basados en las medidas de la reflectancia de la vegetación y la fluorescencia re-emitida por las moléculas de clorofila-a, a escala de hoja, planta y ecosistema. Lo cual permite monitorizar y ajustar tratamientos en los sistemas agronómicos muy eficientemente. Además, las técnicas modernas de determinación de ácidos nucleicos han permitido identificar microRNAs (miRNAs), moléculas de RNA no codificante de simple cadena, que regulan la expresión de genes implicados en el desarrollo de las plantas y las interacciones de estas con el medio. Estos miRNAs se han convertido en potentes dianas para la obtención de cultivos tolerantes a multi-estreses. Se han identificado diversos miRNAs involucrados en la regulación de la absorción y utilización de nitrógeno, así como en la respuesta de las plantas al estrés por sequía en diferentes especies vegetales de interés agronómico. Recientemente se ha descrito que algunos precursores de miRNAs (pri-miRNAs) contienen ORFs que codifican pequeños péptidos reguladores, denominados miPEPs, que inducen la transcripción y acumulación del correspondiente pri-miRNA, provocando la represión de los genes diana de los miRNAs maduros. Varios grupos de investigación han demostrado que la expresión de los miRNAs puede ser modulada mediante la aplicación exógena de miPEPs en las plantas y por ello, estos péptidos se han convertido en una innovadora alternativa al uso de agroquímicos y plantas genéticamente modificadas, respetuosa con el medio ambiente.

El objetivo del proyecto es el desarrollo de herramientas basadas en miPEPs para modular los cambios fisiológicos necesarios para maximizar el uso eficiente de agua y nitrógeno, y el desarrollo de sistemas de monitorización de las plantas mediante técnicas innovadoras de detección remota que permitirán intervenciones individualizadas para cada situación.

### Material y métodos

Se cultivaron plantas de tomate (cv Moneymaker) en una cámara de crecimiento durante 38 días (plantas de 3-4 hojas) en condiciones de riego y fertilización completa. Tras dicho periodo se sometieron a 3 tratamientos diferentes: control, sequía y deficiencia de nitrógeno. Estos tratamientos tuvieron una duración de 7 días, tras los cuales todas las plantas fueron devueltas al régimen inicial de riego y fertilización para estudiar la dinámica de recuperación. En total se trabajó con 156 plantas: 12 plantas por condición y muestreo, 4 réplicas biológicas de 2 plantas en cada muestreo y 4 plantas para peso seco. Se tomaron medidas y muestras vegetales en los días 0,2,4,7 y 14 y a día 14 (tras 7 días de recuperación) desde el inicio del tratamiento. Se realizaron mediciones de la fotosíntesis neta (Anet), fluorescencia activa y disipación de energía no fotoquímica (non-photochemical quenching, NPQ), utilizando el sistema de fotosíntesis portátil Li-Cor 6400 XT (Li-COR Biosciences, Lincoln, EE. UU.). Paralelamente, se midió la fluorescencia pasiva de las hojas y la reflectancia real utilizando el clip de hoja FluoWat (1) y dos espectroradiómetros QE-pro (Ocean Insight, EE.UU.). Se aplicó, además, un algoritmo de separación espectral a los datos de espectroscopía de las hojas, derivando la absorbancia efectiva de los pigmentos fotosintéticos y fotoprotectores (Van Wittenberghe et al., 2024). Se determinaron parámetros de crecimiento: altura, nº de hojas, peso vástago, peso raíces, longitud raíces, superficie foliar contenido elemental en carbono y nitrógeno y se fotografiaron las plantas y raíces individualmente.

Las hojas y raíces se muestrearon en los días seleccionados para realizar un análisis transcriptómico dirigido a la identificación de los ARN que codifican para los miPEPs implicados en la respuesta temprana al estrés, así como de los genes que están afectados durante los tratamientos realizados.

## Resultados y Conclusión

Las condiciones seleccionadas provocaron una caída significativa en los parámetros de crecimiento a los 7 días de iniciados los estreses. Cabe destacar que algunos parámetros fisiológicos y espectroscópicos mostraron variaciones significativas a los 2-3 días del experimento, indicando efectos tempranos específicos en respuesta a cada tipo de estrés y a día 14, tras la recuperación, se observan parámetros fisiológicos equivalentes a día 0. Hemos podido correlacionar los datos de parámetros fisiológicos con los obtenidos por técnicas de teledetección, y eso hará posible la obtención de un modelo de detección temprana del estrés con estas herramientas. Un primer intento de estimar de forma remota la activación de NPQ mediante el ajuste espectral de la absorción relacionada con las xantofilas arrojó resultados prometedores. El análisis global de expresión génica ha permitido identificar procesos activados e inhibidos en la planta, con diferencias en las respuestas en el tiempo, y especificidad en relación con los dos estreses aplicados. Con estos resultados se ha iniciado la puesta a punto de los primeros experimentos de aplicación de miPEPs en riego y han resultado positivos para el miPEP156a.

En definitiva, la detección temprana del estrés vegetal a través de técnicas de teledetección, en combinación con el uso de miPEPs como una herramienta agronómica innovadora para promover la adaptación de las plantas y maximizar la eficiencia del agua y el nitrógeno, podría facilitar una respuesta rápida a los agricultores y así garantizar una producción sostenible de cultivos en el contexto del cambio climático.

### • Referencias

Chordá, L.A. "Passive Direct Measurement of Sun-Induced Chlorophyll Fluorescence Spectrum from in Vivo Leaves," 2022. <https://rodrigo.uv.es/handle/10550/82384>.

Van Wittenberghe et al., 2024

Van Wittenberghe, S.; Amin, E.; Pascual-Venteo, A.B.; Pérez-Suay, A.; Tenjo, C.; Sabater, N.; van der Tol, C.; Drusch, M. and Moreno, J. Retrieval of leaf-level fluorescence quantum efficiency and NPQ-related xanthophyll absorption through spectral unmixing strategies for future VIS-NIR imaging spectroscopy, *Remote Sensing of Environment*, Volume 300, 2024, 113879, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113879>.

### • Agradecimientos

MCIN y Fondos Europeos NextGenerationEU (PRTR-C17.II), Generalitat Valenciana. AGROALNEXT/2022/056 y MCIN/AEI/10.13039/501100011033:TED2021-132355B-I00. European Research Council (ERC): ERC-2021-STG project PHOTOFLUX (grant agreement no. 101041768). SEGIJENT: Proyecto GreenCrops (CISEJI/2023/48), Generalitat Valenciana. Servicios Centrales de Soporte a la Investigación Experimental (SCSIE- Universitat de València).

## EMPLEO DE CEPAS NO MICOTOXIGÉNICAS PARA EL CONTROL DE LA PATULINA PRODUCIDA POR *Penicillium expansum*

Belén LLOBREGAT, Luis GONZÁLEZ-CANDELAS y Ana-Rosa BALLESTER\*

Departamento de Biotecnología de Alimentos, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA, CSIC), Calle Catedrático Agustín Escardino 7, Paterna 46980. Valencia  
e-mail: ballesterar@iata.csic.es

**Palabras clave:** micotoxinas, control, metabolismo secundario, mutantes, competencia

**Introducción:** Las micotoxinas representan un riesgo para la seguridad alimentaria, causando pérdidas económicas importantes en todo el mundo cada año. Además, otro impacto económico negativo de la contaminación por micotoxinas es la pérdida de productos agrícolas, productos animales y piensos para animales una vez que se detectan las micotoxinas. *Penicillium expansum* es el agente causal de la podredumbre azul en frutos de pepita, como la manzana, y es el principal productor de patulina. Debido a la toxicidad de esta micotoxina, los niveles máximos de patulina en zumos de frutas y productos infantiles, entre otros, está regulado por la Comisión Europea. La mejor estrategia para minimizar los niveles de micotoxinas en la cadena alimentaria implica prevenir el crecimiento fúngico. Para ello, se pueden utilizar productos químicos como los fungicidas, sistemas físicos o el empleo de agentes biológicos de control. Los microorganismos de biocontrol se basan en cuatro estrategias básicas: competencia por recursos y espacio, producción de antibióticos, inducción de resistencia y parasitismo.

El **objetivo** de este estudio fue investigar el potencial de control biológico de cepas no micotoxigénicas de *Penicillium expansum* frente a una cepa productora de patulina.

### Materiales y métodos

Se empleó *Penicillium expansum* CMP1 como cepa parental y se generaron dos mutantes de delección mediante transformación genética mediada por *Agrobacterium tumefaciens* (1). Como genes diana se seleccionaron *patK*, primer gen de la ruta de biosíntesis de la micotoxina patulina, y *veA*, gen regulador global del metabolismo primario y secundario en hongos filamentosos.

Se realizó un experimento para determinar la capacidad competitiva entre los mutantes de delección y la cepa parental. Se co-inocularon en medio de cultivo sólido la cepa parental y los mutantes de delección en ratios de 1:0, 1:1 y 0:1. A los 7 días de incubación a 24 °C en oscuridad, se recogieron las esporas, para la extracción de DNA, y la patulina producida (2). Mediante qPCR se determinó el porcentaje de crecimiento respecto de la cepa parental y se cuantificó el porcentaje de patulina mediante HPLC.

### Resultados:

En términos de fenotipo, la cepa mutante  $\Delta patK$  no mostró diferencias significativas en crecimiento o conidiación en comparación con la cepa silvestre, mientras que la cepa mutante  $\Delta veA$  exhibió alteraciones en el crecimiento y conidiación.

Los experimentos de competencia *in vitro* revelaron que la cepa  $\Delta patK$  pudo mantener la población

de la cepa silvestre en la condición de co-cultivo 1wt:1 $\Delta patK$  (Tabla 1) y disminuir los niveles de patulina en dicha condición (Tabla 2). En cambio, el mutante de delección  $\Delta veA$  tuvo dificultades para competir con la cepa parental ya que el crecimiento de la cepa parental fue mayor que la del mutante de delección en la condición 1wt:1 $\Delta veA$  (Tabla 1), lo que resultó en niveles de patulina más altos de lo esperado según la proporción inicial de co-cultivo (Tabla 2).

Tabla 1. Ensayo de competencia de los mutantes de delección  $\Delta patK$  y  $\Delta veA$  frente a la cepa productora de patulina *P. expansum* (wt) CMP1 a los 7 días post inoculación en placas de PDA. Los ensayos de competencia se ensayaron a los ratios 1wt:0 $\Delta$ , 1wt:1 $\Delta$ , y 0wt:1 $\Delta$ . Las estimaciones de los porcentajes de crecimiento de cada cepa se determinaron mediante qPCR.

	Crecimiento (%)			Crecimiento (%)	
	wt	$\Delta patK$		wt	$\Delta veA$
<b>1wt:0<math>\Delta</math></b>	100.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	<b>1wt:0<math>\Delta</math></b>	100.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<b>1wt:1<math>\Delta</math></b>	48.24 $\pm$ 3.80	51.76 $\pm$ 3.80	<b>1wt:1<math>\Delta</math></b>	88.35 $\pm$ 0.64	11.65 $\pm$ 0.64
<b>0wt:1<math>\Delta patK</math></b>	0.00 $\pm$ 0.00	100.00 $\pm$ 0.00	<b>0wt:1<math>\Delta veA</math></b>	0.00 $\pm$ 0.00	100.00 $\pm$ 0.00

Tabla 2. Producción de patulina en el ensayo de competencia de los mutantes de delección  $\Delta patK$  y  $\Delta veA$  frente a la cepa productora de patulina *P. expansum* (wt) CMP1 a los 7 días post inoculación en placas de PDA. Los ensayos de competencia se ensayaron a los ratios 1wt:0 $\Delta$ , 1wt:1 $\Delta$ , y 0wt:1 $\Delta$ .

	Patulina (%)			Patulina (%)	
	wt	$\Delta patK$		wt	$\Delta veA$
<b>1wt:0<math>\Delta</math></b>	100.00 $\pm$ 3.18		<b>1wt:0<math>\Delta</math></b>	100.00 $\pm$ 3.35	
<b>1wt:1<math>\Delta</math></b>	40.03 $\pm$ 5.55		<b>1wt:1<math>\Delta</math></b>	96.87 $\pm$ 1.31	
<b>0wt:1<math>\Delta patK</math></b>	0.00 $\pm$ 0.00		<b>0wt:1<math>\Delta veA</math></b>	0.00 $\pm$ 0.00	

**Conclusión:** este estudio destaca la posibilidad de utilizar cepas no micotoxigénicas de *P. expansum*, especialmente aquellas con deleciones en genes específicos de la ruta de biosíntesis de las micotoxinas, como estrategia de biocontrol para mitigar la contaminación por patulina, lo que podría tener implicaciones significativas para la seguridad alimentaria y la calidad de los productos agrícolas. Es importante indicar que la eficacia del agente de biocontrol puede depender de la cepa específica y que los mutantes con deleciones en genes implicados en la ruta de biosíntesis de las micotoxinas pueden ser más efectivos que aquellos con deleciones en genes reguladores globales.

**Agradecimientos:** Proyectos AGROALNEXT/2022/028 (GVA, PRTR, MRR, NextGenerationEU), RTI2018-093392-A-I00, PID2021-126005OBI00 (MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE), y PIE 202270I070 (CSIC). Contrato Ramón y Cajal (RYC-201722009, MINECO and FSE) y contrato predoctoral (PRE2019-089326, MICINN/AEI/FSE, UE). Acreditación de Centro de Excelencia Severo Ochoa (CEX2021-001189-S, MCIN/AEI/10.13039/501100011033).

## Referencias:

1. Ballester, A.R., Marcet-Houben, M., Levin, E., Sela, N., Selma, C., Carmona, L., et al. (2015) Genome, transcriptome, and functional analyses of *Penicillium expansum* provide new insights into secondary metabolism and pathogenicity. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 28, 232–248. <https://doi.org/10.1094/MPMI-09-14-0261-FI>.
2. Llobregat, B., González-Candelas, L. & Ballester, A.-R. (2024) Exploring the biocontrol capability of non-mycotoxigenic strains of *Penicillium expansum*. *Toxins*, 16, 52. <https://doi.org/10.3390/toxins16010052>.

## Seguimiento de la plaga *Delottococcus aberiae* en naranjos mediante herramientas de teledetección

Fàtima Della<sup>1\*</sup>, Belen Franch<sup>1,2</sup> Alberto San Bautista<sup>(3)</sup>, Italo Moletto-Lobos<sup>(1)</sup>, Constanza Rubio<sup>(3)</sup> y César Guerrero<sup>(1)</sup>

1: Global Change Unit, Parc Científic, Universitat de València (Paterna), 46980, Spain. fatima.della@uv.es

2: Dept of Geographical Sciences, University of Maryland, College Park MD 20742, United States

3: Departamento de Producción Vegetal, Universitat Politècnica de València (Valencia), 46022, Spain

4: Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València (Valencia), 46022, Spain

**Palabras clave:** *Delottococcus aberiae*, separabilidad.

### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

El insecto *Delottococcus aberiae* conocido como Cotonet de les Valls, es una especie de cochinilla perteneciente a la familia Pseudococcidae que fue detectada por primera vez en el año 2009 en Benifairó de les Valls [A. Quintana. 2021]. Este insecto se alimenta de la savia de los árboles, lo que debilita a las plantas y provoca deformaciones en los frutos. Tiene múltiples generaciones al año, alcanzando su máximo poblacional en mayo-junio, lo que hace que el período crítico para su control sea justo antes, en marzo-mayo. El satélite Sentinel-2 proporciona mediciones periódicas de la reflectividad espectral de la vegetación, que incluyen información sobre la pigmentación de las hojas, su estructura celular, contenido de humedad y posibles anomalías en las plantas. Estudios como el realizado por M. Yones et al. en 2019 han identificado diferencias espectrales entre árboles sanos y afectados, como almendros, olivos y limoneros, lo que demuestra la viabilidad de detectar plagas en cultivos mediante teledetección. Como alternativa para mejorar la frecuencia temporal de Sentinel-2, se considera el procesador Sen2Like de la ESA, que combina datos de Sentinel-2 y Landsat para aumentar la frecuencia temporal de datos a escala Sentinel-2. En este contexto, con el objetivo principal de caracterizar la incidencia del Cotonet en diferentes regiones de la respuesta espectral de los naranjos, así como analizar la separabilidad entre parcelas sanas y afectadas, se tendrán en cuenta las regiones del espectro rojo (0.65  $\mu\text{m}$ ), el infrarrojo cercano (NIR) (0.7 - 1.3  $\mu\text{m}$ ), el infrarrojo de onda corta (SWIR) (1.3 - 2.5  $\mu\text{m}$ ) y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).

### MATERIAL Y MÉTODOS (Zona de estudio y procesado)

El estudio se ha realizado usando 24.6 hectáreas distribuidas en 21 parcelas ubicadas en las proximidades del municipio de Vall d'Uixó (Castellón, Comunidad Valenciana, España). Dichas parcelas se dividen en dos grupos: 12 afectadas y 9 sanas. Esta clasificación se realizó para la campaña 2021-2022 y se basó en la información de campo (verdad terreno) proporcionada por las cooperativas San Vicent Ferrer y Vallfruit, ubicadas en Vall d'Uixó, durante la campaña 2021-2022.

Hemos estudiado la evolución temporal desde 2017 hasta 2022 de la media espacial ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de la reflectividad ( $\rho$ ) de las bandas de Sen2Like y del NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) tanto para las parcelas sanas como para las afectadas por cotonet. El cálculo de la media y la desviación estándar se ha realizado tanto a nivel de parcela como para el grupo de parcelas sanas y el grupo de las afectadas. Además, ha sido calculada la diferencia entre medias sanas y afectadas en cada fecha disponible. Finalmente, dada la estacionalidad de las señales, se ha llevado a cabo un análisis de

tendencias sobre cada mes del año, obteniendo una pendiente mensual para cada parcela y cada rango espectral.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los resultados resumidos acerca de las regiones espectrales analizadas (así como NDVI). En todos los casos se ha obtenido una respuesta temporal cíclica, con máximos y mínimos localizados. La tendencia de las diferencias varía según la región del espectro. Respecto al análisis de las tendencias mensuales, en la figura 1 se muestra la evolución de la pendiente mensual para el caso del SWIR. Es la región espectral que más capacidad de separación ha presentado, en concreto en los meses desde

Tabla 1. Resumen de resultados

Rango espectral	Periodicidad		Signo de tendencia	Meses de separabilidad
	Mínimos	Máximos	Diferencias	
Red	Invierno	Verano	Negativo	8, 10, 11, 12
NIR	Invierno	Verano	Positivo	1, 5, 11
SWIR	Invierno	Verano	Negativo	Del 6 al 12
NDVI	Verano	Invierno	Positivo	7, 8, 10, 11, 12

julio hasta diciembre.

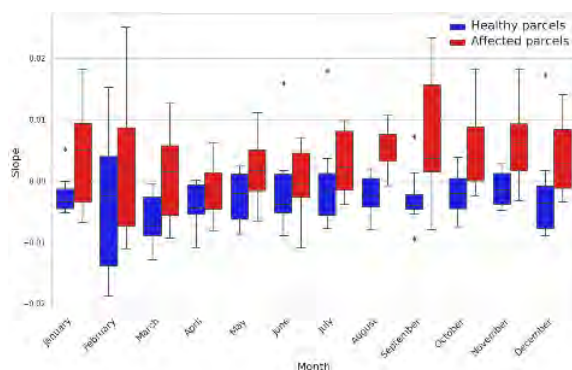


Figura 4. Pendiente (slope) de la regresión lineal de cada mes del año para el SWIR, en parcelas sanas (azul) y afectadas (rojo).

## CONCLUSIONES

De los hallazgos obtenidos, se pueden derivar diversas inferencias: Se ha establecido una correlación entre el comportamiento periódico de la reflectividad y el ciclo de cultivo, manifestando una marcada estacionalidad, la cual se ha podido mitigar mediante el método de las regresiones mensuales. No obstante, este método requiere de la disponibilidad de un año base donde las parcelas afectadas no lo estuviesen, lo que implica disponer de un conocimiento histórico de la parcela. Se ha constatado que la información de los rangos espectrales analizados puede ser valiosa en distintos momentos del año para definir criterios de separabilidad entre parcelas sanas y afectadas. En particular, el canal del SWIR ha sobresalido por su capacidad discriminadora en diversos meses. Estas conclusiones establecen un punto de partida. Se ha evidenciado la factibilidad de distinguir entre parcelas sanas y afectadas. No obstante, ¿es este criterio trasladable a otras zonas geográficas? ¿Y a diferentes tipos de cultivos? Además, dados nuestros resultados cualitativos, sería beneficioso establecer un criterio cuantitativo para la clasificación entre parcelas sanas y afectadas, así como desarrollar un sistema de alerta temprana para evitar la proliferación de la plaga.

## REFERENCIAS

- A. Quintana. 2021. Resolució de la Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana*, no. 9153.
- M. Yones, et al. 2019. Spectral signature for detecting pest infestation of some cultivated plants in the northern west coast of egypt. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, vol. 12, pp. 73–83, 06

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y ha sido respaldado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) con financiamiento de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.

## USO DE SISTEMAS ULTRASÓNICOS PARA LA MONITORIZACIÓN NO-INVASIVA DE LA CALIDAD Y SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS

Anabella Giacomozzi<sup>1\*</sup>, Jorge Gosálbez Castillo<sup>2</sup>, Jose Vicente García Pérez<sup>1</sup> y Jose Benedito<sup>1</sup>

1: Instituto de Ingeniería de Alimentos-FoodUPV. Universitat Politècnica de València  
Camí de Vera s/n, Edificio 3F, 46022 Valencia, España.  
e-mail: asgiacom@upvnet.upv.es

2: Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia (ITEAM) - Universitat Politècnica de València, Valencia, España

**Palabras claves:** ultrasonidos, monitorización no-invasiva, calidad y seguridad alimentaria, cuerpos extraños, transformación digital.

### **Introducción y objetivo**

Actualmente, la sociedad exige alimentos de máxima calidad y seguridad alimentaria. Sin embargo, las técnicas de análisis actuales no satisfacen la necesidad de la industria alimentaria de garantizar el control de la totalidad de la producción. Con el fin de abordar este desafío, este trabajo propone el uso de sistemas ultrasónicos innovadores para un análisis no-invasivo de alimentos. Se planteó su aplicación a dos tipos de alimentos, con el objetivo de evaluar la viabilidad de uso de los ultrasonidos sin contacto, tanto para la detección de cuerpos extraños, como para la caracterización de propiedades fisicoquímicas de alimentos sólidos. Se emplearon técnicas avanzadas para crear modelos predictivos de calidad y seguridad alimentaria, permitiendo un control óptimo del producto y del proceso. Esto impulsa la transición digital en las empresas agroalimentarias, promoviendo un procesamiento de alimentos inteligente y sostenible.

### **Materiales y métodos**

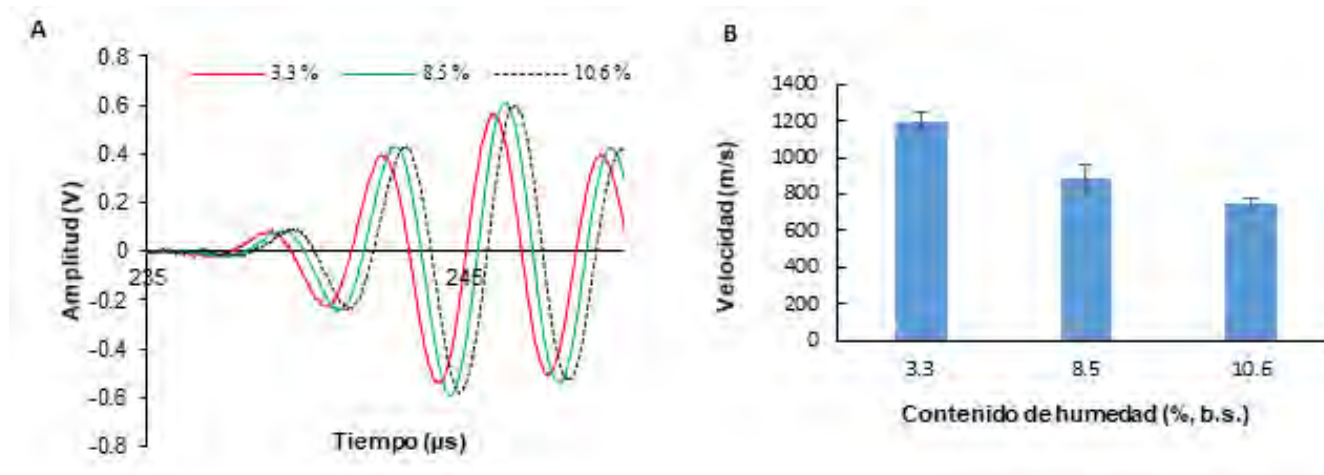
Para la caracterización de propiedades fisicoquímicas, se analizaron láminas de lasaña (75mmx75mm) de distinto contenido de humedad (10.6, 8.5, y 3.3%, b.s.). Se emplearon dos sensores ultrasónicos sin contacto (280 kHz, geometría plana), operando en transmisión-recepción, situados enfrentados verticalmente y perfectamente alineados (distancia= 10 cm). En cada replica se midieron 5 puntos. Antes de proceder a la medida de las muestras de lasaña, se tomó la señal de referencia sin la muestra (en aire) y se midió el espesor de la muestra utilizando un sensor láser. Las señales de ultrasonidos se analizaron utilizando el método de umbral de energía para obtener el tiempo de vuelo (TOF), a partir del cual se calculó la velocidad de propagación ( $v$ ) (Fariñas et al., 2023). Para medir las propiedades texturales se llevó a cabo un ensayo de flexión en 3 puntos mediante el uso de un Texturómetro (TA.XT2i, Stable Micro Systems, Surrey). Para la detección de cuerpos extraños en productos sólidos se utilizaron muestras de hamburguesa de carne vacuna (90g). Se insertaron diferentes tipos de objetos extraños (madera, cartón y plástico blando de 10x10 mm; arandela metálica de 10 mm $\varnothing$ ) y se adquirieron imágenes acústicas de las hamburguesas utilizando un sistema automático de barrido en la dirección x-y, a través del cual se escaneó la superficie del producto en un área de 80x80 mm, con una resolución espacial de 1 mm. Este sistema se acopló con los mismos sensores ultrasónicos que se usaron en el análisis de lasaña. Se calcularon tres parámetros ultrasónicos relacionados con la energía (distancia de pico a pico, norma al cuadrado, e integral) de la señal ultrasónica en el dominio temporal.

### **Resultados y conclusión**

La propagación de la onda ultrasónica es más rápida a medida que disminuye el contenido de humedad (Fig. 1A), lo que se evidencia en los valores de TOF correspondientes: 187.4, 187.2, 186.8  $\mu$ s para las muestras de humedad 10.6, 8.5, y 3.3%, respectivamente. Además, En la Fig. 1B se muestra el incremento de la velocidad ultrasónica a través de las láminas de lasaña, debido a la reducción del contenido de humedad. Al disminuir el contenido de humedad, la estructura se vuelve más rígida, lo que podría aumentar la velocidad de



las ondas ultrasónicas a través de las láminas de lasaña. La rigidez de la estructura se evidenció por el incremento en el módulo de deformación al disminuir el contenido de humedad (10.6, 8.5, y 3.3%):  $18.9 \pm 1.4$ ,  $20.1 \pm 1.3$ ,  $26.4 \pm 1.9$  N/mm, respectivamente. Estos resultados muestran la gran influencia de la variación del contenido de humedad en las propiedades estructurales y mecánicas de la lasaña, lo que se visualiza con cambios en la respuesta ultrasónica.



**Figura 1.** (A) Señales ultrasónicas y (B) Velocidad ultrasónica en láminas de lasaña con distinto contenido de humedad (% base seca).

En cuanto a la detección de cuerpos extraños en hamburguesa, se observaron reducciones significativas en los parámetros ultrasónicos dependiendo del tipo de cuerpo extraño incorporado (Tabla 1). La presencia del cuerpo extraño perturbó la forma de la señal ultrasónica y disminuyó su nivel de energía. La magnitud de esta modificación depende tanto de la tipología de cuerpo extraño, como de la diferencia de impedancia entre el cuerpo extraño y el alimento.

**Tabla 1.** Efecto de la presencia de cuerpos extraños en los parámetros ultrasónicos: distancia pico-pico (PP), integral (INT), y norma (ENG).

	Cuerpo extraño	Tamaño (mm)	PP (V)	ENG(V <sup>2</sup> )	INT (Vµs)
<b>Control</b>	-	-	$0.8 \pm 0.1^a$	$9.9 \pm 0.2^a$	$31.5 \pm 0.9^a$
<b>Fuera de Control</b>	Madera	10x10	$0.3 \pm 0.1^b$	$0.6 \pm 0.1^b$	$12.2 \pm 0.9^b$
	Cartón	10x10	$0.4 \pm 0.1^c$	$2.3 \pm 0.3^c$	$17.2 \pm 0.9^c$
	Plástico blando	10x10	$0.4 \pm 0.1^c$	$2.0 \pm 0.2^c$	$16.6 \pm 1.0^c$
	Metal	d=10	$0.3 \pm 0.1^b$	$1.3 \pm 0.2^c$	$12.7 \pm 1.2^b$

En base a los resultados obtenidos, se demuestra la viabilidad de las técnicas ultrasónicas sin contacto para la monitorización no-invasiva de la calidad y seguridad alimentaria. Esta aplicación presenta un gran potencial para optimizar tanto el análisis de textura de lasaña, como la detección rápida y precisa de distintos tipos de cuerpos extraños en hamburguesas.

### Referencias

Fariñas, M. D., Sanchez-Jimenez, V., Benedito, J., & Garcia-Perez, J. V. (2023). Monitoring physicochemical modifications in beef steaks during dry salting using contact and non-contact ultrasonic techniques. *Meat Science*, 204, 109275.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación obtenida del proyecto ULTRADIGITAL (AGROALNEXT/2022/045), el cual forma parte del programa AGROALNEXT, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación con fondos europeos NextGenerationEU (PRTR-C17.I1), así como por la Generalitat Valenciana.

## ESTUDIO DE REDES NEURONALES PARA LA CALSIFICACIÓN DE VARIEDADES DE POLENES DE MIEL AUTOCTONAS

José Miguel Valiente<sup>1</sup>, Juan José Martín<sup>1</sup>, Fernando López<sup>1</sup>, Isabel Escriche<sup>2</sup>, Marisol Juan-Borrás<sup>2</sup>, Ana María Peral, Mario Visquert<sup>2</sup>, Vicente Atienza<sup>2</sup> y Manuel Agustí<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Automática e Informática Industrial, Universitat Politècnica de València (UPV), Spain  
e-mail: jvalient@disca.upv.es

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos-FoodUPV, UPV Valencia, Spain

**Palabras clave:** Análisis Polínico, Redes Neuronales Convolucionales, conjuntos de muestras de pólenes, Visión por Computador,

### Introducción y objetivos

El análisis polínico es uno de los procedimientos más importantes a la hora de determinar la monofloralidad de una de miel. La metodología más estandarizada para realizar este procedimiento, una vez obtenida la muestra y estando preparada para ser analizada en el microscopio, consiste en realizar un recuento manual de 500 a 600 polénes y posteriormente obtener los porcentajes necesarios para poder atribuir a cada miel una determinada variedad botánica. Con esta premisa en mente, se planteó la idea de desarrollar una herramienta (*HoneyApp*) que permitiera el etiquetado y anotación de los pólenes en imágenes de microscopio, y además realizar la clasificación de las variedades de polen de manera autónoma, como ya se publicó en artículos anteriores [1] (Valiente, J. M.). Este trabajo se desarrolló en el contexto de los proyectos de investigación AGROMEL (1) y POLENET (2).

Con la finalidad de completar y mejorar las capacidades de la herramienta anterior, en este artículo se presenta un estudio del funcionamiento de las principales redes CNN para la clasificación de pólenes. Estas redes, una vez entrenadas y puestas en producción, se utilizarían en la aplicación antes indicada.

### Material y métodos

Para la realización de estas pruebas se han empleado un total de 21 variedades de pólenes de los cuales 11 de ellos son indicadores de tipos de miel monofloral. Además, con el objetivo de realizar el entrenamiento de la manera más óptima para su posterior implementación y uso en análisis reales, se han añadido tres elementos externos a la miel, pero muy presentes en las muestras, como son el fondo, las burbujas o las partículas. En la Figura 1 se pueden apreciar los distintos tipos de pólenes.

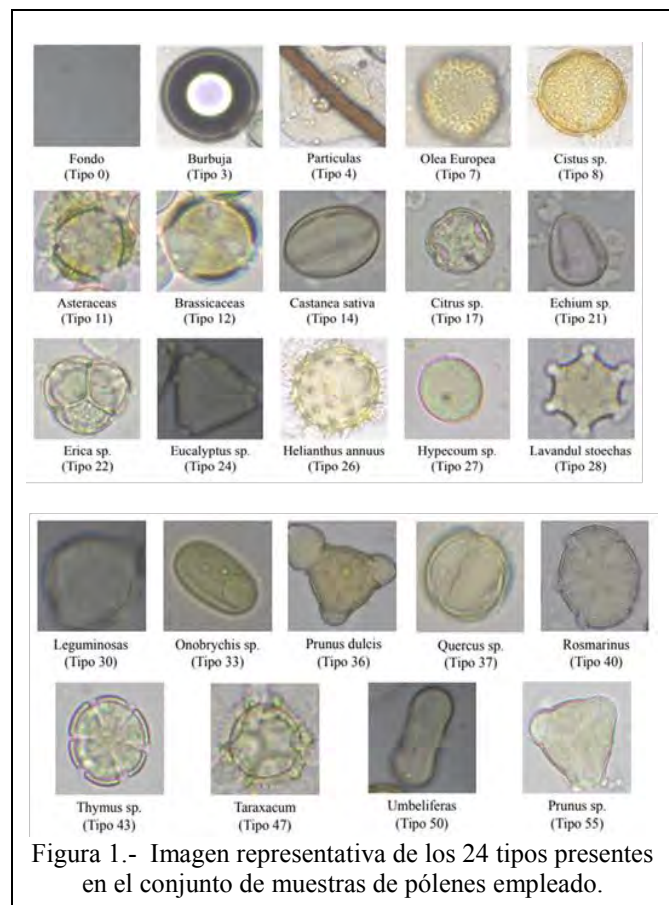


Figura 1.- Imagen representativa de los 24 tipos presentes en el conjunto de muestras de pólenes empleado.

Con estos 24 tipos se pueden diferenciar hasta 11 calificaciones de miel monofloral - Castaño, Azahar, Chupamieles, Brezo, Eucaliptus, Girasol, Cantueso, Esparceta, Almendro, Romero y Tomillo – lo cual es muy significativo como repositorio de mieles de la Península Ibérica.

Por lo que respecta a las redes, se ha realizado una selección de doce topologías muy distintas. Estas abarcan los modelos más estandarizados, dentro del ámbito de la clasificación de polen, como son: modelos principalmente lineales – VGG16, VGG19, DenseNet201, MobileNetV2 o la ResNet50 – modelos con un gran número de capas en paralelo – InceptionV3, Xception, EfficientNetV2M, NASNet o APFA\_Net – y redes propias desarrolladas en el contexto del proyecto – PolenesV.2 y PolenesV.2 Mobile – las cuales están diseñadas específicamente para la clasificación de polen con un menor tamaño total.

## Resultados y conclusiones

Las doce redes se han entrenado con el dataset generado mediante la aplicación **HoneyApp**. Este conjunto de muestras de polen se ha dividido en 80% para entrenamiento, 10% para validación y 10% para test. Se ha empleado una validación cruzada con 5-Fold, es decir se subdivide el conjunto y se realizan el experimento 5 veces, obteniendo los valores promedio de diferentes parámetros: Accuracy, Precision y Recall. Los resultados se muestran en la Tabla 1 y se puede ver que todas las redes tienen un porcentaje de exactitud alrededor del 97%. Además, destacan por su exactitud redes como la InceptionV3 o la EfficientNetV2M, con porcentajes próximos al 98%. Sin embargo, si nos fijamos en el peso en memoria de esas dos redes observamos que necesitan más de 500MB. Esto es debido a los millones de parámetros que emplean. Cuando estas redes se deben emplear en producción, es decir para usarlas haciendo predicciones con nuevas muestras, resulta que requieren una cantidad de memoria excesiva. La cosa se hace notablemente peor si se tienen que emplear varias de estas redes simultáneamente o se van a usar con dispositivos de bajas prestaciones. Las redes con mejor relación tamaño-exactitud para estos casos son la APFA\_Net y la PolenesV.2 Mobile, tal como refleja la tabla.

Red	VGG16	VGG19	ResNet 50	Inception V3	Xception	Dense Net201	Efficient NetV2M	Mobile NetV2	NAS Net	APFA Net	Polenet V.2	PolenetV.2 .mobile
Accuracy (%)	97,42	97,45	97,62	97,98	97,75	97,83	98,03	96,30	97,61	96,87	97,10	96,48
Precision (%)	97,00	97,40	97,60	98,00	97,80	97,80	98,00	96,60	98,00	97,00	96,80	96,40
Recall (%)	97,40	97,40	97,60	98,00	97,80	97,80	98,00	96,40	97,80	97,00	96,80	96,40
Tamaño (MB)	156,4	177,1	485,5	598,8	882,7	441,8	530,4	255,1	24,1	15,3	144,2	16,4

Tabla1: Gráfica comparativa que relaciona la exactitud, precisión, F1-Score y tamaño de las distintas arquitecturas.

A modo de conclusión, se puede apreciar que la precisión que se puede alcanzarse mediante el uso de redes convolucionales para la clasificación de variedades de polen es superior al 97%, que sería más que suficiente para la realización de análisis polínicos. También se concluye que, para entornos con capacidades limitadas, se pueden obtener redes con un tamaño diez órdenes de magnitud más pequeño y prestaciones cercanas al 97%. Por todo lo anterior, la aplicación **HoneyApp** ya incorpora esta metodología para la automatización del análisis polínico, permitiendo indicar qué red o redes se pueden emplear en producción. El aumento de la variedad de pólenes o el uso de nuevas redes o conjuntos de redes (ensembles) serán las líneas de actuación en el futuro.

## Referencias

[1] Valiente, J. M., Juan-Borrás, M., López-García, F., & Escriche, I. (2023). Automatic pollen recognition using convolutional neural networks: The case of the main pollens presents in Spanish citrus and rosemary honey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 123, 105605.

## Agradecimientos

(1) Proyecto AGROMEL-AGROALNEXT/2022/043, “Técnicas analíticas rápidas para evaluar seguridad, adulteración y trazabilidad en productos de la colmena. Aplicación a un cultivo en transición agroecológica”, financiado por la Generalitat Valenciana. Next Generation European Union y Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España

(2) Proyecto POLENET PID2019-106800RB-I00 (2019) del Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN), Agencia Estatal de Investigación MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

# AGROALNEXT

 Línea estratégica 4: Economía circular



## COMUNICACIONES ORALES WP4

## Evaluación del efecto bioestimulante de extractos de bagazo y alperujo en plantas de tomate sometidas a estrés por salinidad

**B. Ferrández<sup>1</sup>, A. Sánchez<sup>1</sup>, J.D. Jordá<sup>1</sup>, J. Arévalo<sup>2</sup>, G. Mattarello<sup>2</sup>, L. Santos-Juanes<sup>2</sup> M. Cerdán<sup>1</sup>**

1: Universidad de Alicante. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Edafología y Química Agrícola. Grupo de Química Agrícola. 03690 San Vicente del Raspeig – Alicante, mar.cerdan@ua.es  
2: Universitat Politècnica de València, Departamento de ingeniería textil y papelera, Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada. 03801 Alcoy.

**Palabras clave:** Solanum lycopersicum, estrés abiótico, bioestimulante; residuos agroalimentarios.

### Introducción

El uso indiscriminado de agroquímicos durante décadas ha contribuido, en gran medida, al impacto ambiental que actualmente genera la agricultura. No obstante, se han planteado diferentes acciones y alternativas al uso de estos productos con el objetivo de alcanzar una agricultura sostenible y más eficiente. Entre estas alternativas estaría la reutilización de residuos de la industria agroalimentaria, tales como el bagazo o el alperujo, para la obtención de productos que, por su alto contenido en nutrientes y compuestos bioactivos, podrían incrementar el rendimiento de los cultivos, además de mejorar la tolerancia de las plantas frente a diferentes factores de estrés abiótico.

### Objetivos:

El objetivo de este trabajo fue determinar la respuesta de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Seny) desarrolladas en hidroponía y bajo condiciones de estrés salino (50 mM de NaCl), cuando fueron tratadas con extractos de alperujo y bagazo a dos dosis, así como establecer la dosis más efectiva de cada extracto para combatir los efectos de la salinidad.

### Materiales y métodos

Para la obtención de los extractos vegetales, residuos de alperujo y bagazo fueron sometidos a un proceso de extracción alcalina (pH 13, 24h, 25°C) y posteriormente, fueron dializados y caracterizados (TOC, polifenoles totales, actividad antioxidante, contenido en macro y micronutrientes, concentración de metales pesados). En base a estos resultados, se establecieron las dosis de producto que serían aplicadas, vía radicular, a plántulas de tomate desarrolladas bajo condiciones de estrés salino.

Los tratamientos aplicados a las plantas fueron los siguientes: Ctrl: disolución nutritiva óptima; Sal: disolución nutritiva óptima + 50mM NaCl; ASAL1: disolución nutritiva óptima+50mM NaCl+Extracto Alperujo 1% Corg; ASAL2: disolución nutritiva óptima+50mM NaCl+Extracto Alperujo 2% Corg; BSAL1: disolución nutritiva óptima+50mM NaCl+Extracto Bagazo 1% Corg; BSAL2: disolución nutritiva óptima+50mM NaCl+Extracto Bagazo 2% Corg.

Tras 21 días de desarrollo del cultivo, se determinaron los siguientes parámetros en las plantas: peso fresco y seco, concentración de clorofila, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, MDA y prolina foliar y permeabilidad de las membranas en las raíces.

Con el fin de establecer las diferencias entre los distintos tratamientos y condiciones desarrolladas sobre los

distintos parámetros analizados, se realizó un análisis de varianza de un factor (ANOVA) y se aplicó el test post hoc de Duncan ( $p \leq 0,05$ ) para establecer la existencia de diferencias significativas entre los distintos grupos.

### Resultados y conclusiones

En la Tabla 1 se muestra que la aplicación de los extractos de alperujo y bagazo, a ambas dosis, incrementó el contenido en clorofilas respecto a las plantas control salino (SAL) y, por tanto, mejoró la actividad fotosintética del vegetal (Tabla 1). Esto, unido al incremento observado en el peso fresco y seco, sugiere que las plantas de tomate mostraron una mayor adaptación a la salinidad del medio de cultivo. Al mismo tiempo, hay claras evidencias de que estos extractos también redujeron el estrés oxidativo provocado por la alta concentración de NaCl del medio, tal y como reflejan los menores contenidos en prolina, MDA y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foliar y la mejora de la integridad de las membranas plasmáticas de las células radiculares (ASAL 1 y 2 y BASL 1 y 2) respecto a las plantas control salino (SAL) (Tabla 1)

En base a los resultados recogidos en la Tabla 1, en ambos extractos, fue la dosis más alta (ASAL 2 y BASAL 2), la más efectiva para combatir el estrés por salinidad (Tabla 1), llegado en algunos parámetros como las clorofilas, a alcanzar valores estadísticamente iguales a los de las plantas desarrolladas en condiciones normales (Ctrl) (Tabla 1).

Finalmente cabe destacar que la aplicación de los dos extractos en estudio resultó efectiva para combatir el estrés salino, si bien, los mejores resultados fueron obtenidos al aplicar el extracto de bagazo. Es necesario realizar más estudios que permitan establecer las diferencias en el efecto de estos extractos en función del origen del residuo empleado.

Tabla 1. Peso fresco y seco, contenido en clorofila, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y MDA foliar y permeabilidad de membrana radicular de plantas de tomate

Tratamientos	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Clorofila (mg/g PF)	Prolina (μmol/g PS)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (μmol/g PF)	MDA (mmol/g PF)	Permeabilidad membrana (%)
Ctrl	74±5a	8,2±0,8a	1,34±0,13a	34±3d	2,4±0,2c	34±2d	49±3d
SAL	42,1±0,7d	3,7±0,6c	0,54±0,05cd	158±8a	4,4±0,2a	59±6a	94±3a
ASAL1	48±3b	4,3±0,3bc	0,7±0,2c	126±4b	3,02±0,09b	43,1±1,3bc	90±3a
ASAL2	51±3b	5,0±0,3b	1,19±0,06ab	74±7c	2,8±0,2b	46±3b	87±7ab
BSAL1	44,8±0,3c	4,7±0,2b	1,02±0,14b	120±4b	3,11±0,12b	46±3b	92±4a
BSAL2	47,3±1,5b	4,8±0,3b	1,21±0,06ab	68±6c	2,50±0,3c	40,9±1,4c	73±3c
Sig <sup>(1)</sup>	***	***	***	***	***	***	***

Cada valor es la media de tres réplicas ± desviación estándar. Las medias con diferentes letras son diferentes estadísticamente con una significación  $p \leq 0,05$  de acuerdo con el test de Duncan. (1)Sig: ns  $p > 0,05$ ; \*  $0,05 < p < 0,01$ ; \*\*  $0,01 < p < 0,001$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ . **Ctrl**: disolución nutritiva óptima (DN); **Sal**: DN+50mM NaCl; **ASAL1**: DN+50mM NaCl+Extracto Alperujo 1%Corg; **ASAL2**: DN+50mM NaCl+Extracto Alperujo 2%Corg; **BSAL1**: DN+50mM NaCl+Extracto Bagazo 1%Corg; **BSAL2**: DN+50mM NaCl+Extracto Bagazo 2%Corg.

### Agradecimientos

Proyecto AGROALNEXT/2022/041, financiado por Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17) con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación – Gobierno de España y Generalitat Valenciana.

## DISEÑO Y VALIDACIÓN DE NUEVOS FERTILIZANTES ORGANO-MINERALES PELLETIZADOS PARA TRIGO

Silvia Sánchez-Méndez<sup>1</sup>, Luciano Orden<sup>1\*</sup>, Javier Andreu-Rodríguez<sup>1</sup>, Encarnación Martínez-Sabater<sup>1</sup>, José A. Saéz<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Dolores Pérez Murcia<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Ángeles Bustamante<sup>1</sup> y Raúl Moral<sup>1</sup>

1: Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH).  
Universidad Miguel Hernández, Carretera de Beniel Km 3,2, Orihuela, Alicante, España 03312.  
e-mail: l.orden@umh.es

**Palabras clave:** compost, pelletización, fertilizantes orgánico-mineral.

### Introducción y objetivo

La circularización de residuos es un tema prioritario en la UE para la transición hacia la economía circular. El compost constituye un producto obtenido de la valorización de residuos con alta capacidad fertilizante y que además permite la recuperación de nutrientes de biomasa no productiva. También existen residuos agroalimentarios que son fuente de nutrientes y materia orgánica. A pesar de los beneficios del compost, este presenta problemas para almacenamiento, transporte y aplicación debido a su baja densidad. La pelletización consiste en la compresión mecánica de la biomasa, lo que aumenta la densidad del compost y demás ingredientes participantes en el blending, facilitando tanto el almacenamiento como el transporte de este biofertilizante, siendo una solución factible para abordar los problemas anteriormente descritos (Chew et al., 2018). El objetivo principal de este trabajo es el diseño estratégico de biofertilizantes pelletizados orientados a sistemas agrícolas intensivos (cítricos, hortícolas) y extensivos (cereales) a través de materias primas de base orgánica (compost) con enriquecimiento en nutrientes a través de subproductos del sector agroalimentario y enriquecimiento mineral, que sean aptos para el uso a escala real en agricultura ecológica y además contribuyan a la mitigación del cambio climático, a la sostenibilidad y a la salud de nuestros suelos.

### Materiales y métodos

A partir de residuos objetivo de la Comunidad Valenciana (poda, alperujo, fracción sólida de purín de cerdo) se realizan distintas mezclas con ayuda de la aplicación CompostUMH© para realizar el proceso de compostaje y así obtener compost de calidad. Los compost obtenidos constituyen la base orgánica de los nuevos fertilizantes órgano-minerales, con enriquecimiento de fuentes de N y P de subproductos de origen agroalimentario, diseñando una mezcla que cumple unos requisitos de capacidad fertilizante N-P-K conocidos. Una vez que las mezclas se optimizan, se realiza la operación de pelletizado, obteniendo fertilizantes sólidos en forma cilíndrica (5 mm) y que concentran más los nutrientes de la mezcla diseñada. Tanto las mezclas como los pellets, se analizan para seleccionar aquellos que van a ser ensayados en futuros experimentos. Los ensayos con los pellets pasan desde ensayos físicos y de balística en el momento de aplicación y agrónomicamente. Tras la aplicación, se realiza evaluación agronómica y medioambiental que pasa desde el análisis de la calidad y rendimiento de los cultivos hasta el análisis de secuestro de carbono en el suelo, mejora de las propiedades edáficas y emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs).

### Resultados

El experimento se llevó a cabo en 2022/23 en la estación de investigación EEAD Aula Dei CSIC. En el sitio experimental, se cultivó trigo de invierno (*Triticum aestivum* L. cv. Sculptur) bajo labranza convencional y riego por gravedad. El experimento evaluó diez estrategias de fertilización a isodosis de P (50 kg ha<sup>-1</sup>, aplicado a la siembra) y N (150 kg ha<sup>-1</sup>, aplicado al ahijamiento Z23), incluido un control sin fertilizar. Los fertilizantes utilizados fueron: fertilizante convencional (MAP, 11-52-0 y UREA, 46-0-0), pellets a base de compost enriquecidos con fuentes orgánicas (N y P) y pellets a base de compost enriquecido con fuentes minerales (N y P). Las parcelas (24 m<sup>2</sup>) se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones (n= 33). Al momento de la cosecha, se cuantificó variables de rendimiento y calidad de grano en cada una de las parcelas. Las variables se analizaron con ANOVA y las diferencias se determinaron mediante la prueba LSD de Fisher ( $p < 0.05$ ).

**Table 3.** Promedio  $\pm$  EE (n = 3) y ANOVA 1000-peso de granos de trigo, rendimiento, peso hectolítico y proteína para los tratamientos de fertilización durante el ciclo de cultivo 2022/2023.

<b>Treatment</b>	<b>P1000</b> (g)	<b>Rendimiento</b> (kg ha <sup>-1</sup> )	<b>PH</b> (kg hL <sup>-1</sup> )	<b>PB</b> (%)
<b>Control</b>	49.3 $\pm$ 2.0 abcde	6473 $\pm$ 238 a	75.4 $\pm$ 0.3 a	9.8 $\pm$ 1.8
<b>P(i)+N(i)</b>	50.6 $\pm$ 4.0 abcde	8169 $\pm$ 893 bc	79.4 $\pm$ 0.1 c	9.8 $\pm$ 1.3
<b>P(om)+N(i)</b>	48.4 $\pm$ 1.1 abcd	7708 $\pm$ 292 bc	79.7 $\pm$ 0.6 c	10.1 $\pm$ 1.3
<b>P(om)+N(om)</b>	53.1 $\pm$ 4.5 de	7247 $\pm$ 450 ab	78.2 $\pm$ 0.1 b	11.2 $\pm$ 0.8
<b>P(om)+N(o)</b>	46.0 $\pm$ 3.6 ab	7524 $\pm$ 357 abc	79.3 $\pm$ 0.01 c	11.1 $\pm$ 1.0
<b>P(Bm)+N(i)</b>	47.5 $\pm$ 2.1 abc	8398 $\pm$ 657 c	79.7 $\pm$ 0.4 c	11.1 $\pm$ 0.7
<b>P(Bm)+N(om)</b>	52.4 $\pm$ 4.0 cde	6549 $\pm$ 565 a	79.0 $\pm$ 0.9 bc	11.5 $\pm$ 1.1
<b>P(Bm)+N(o)</b>	48.8 $\pm$ 3.4 abcde	7756 $\pm$ 847 bc	79.3 $\pm$ 0.6 c	10.2 $\pm$ 1.4
<b>P(St)+N(i)</b>	45.5 $\pm$ 0.7 a	8182 $\pm$ 654 bc	79.7 $\pm$ 0.3 c	10.9 $\pm$ 1.2
<b>P(St)+N(om)</b>	54.2 $\pm$ 2.7 e	7432 $\pm$ 743 abc	79.1 $\pm$ 1.2 c	10.5 $\pm$ 0.8
<b>P(St)+N(o)</b>	50.9 $\pm$ 3.3 bcde	8256 $\pm$ 775 bc	79.5 $\pm$ 0.4 c	11.0 $\pm$ 1.0
<i>F-anova</i>	2.55 *	3.28 **	15.6 ***	0.79 ns

P1000: peso de 1000 granos, PH: peso hectolítico, PB: proteína bruta. \*, \*\*, \*\*\*: diferencias significativas entre tratamientos  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$  and  $p < 0.0001$ , respectivamente. ns= no significativa. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ). P(i): MAP; N(i): UREA; P(om): fosforo inorgánico + compost; N(om): nitrógeno inorgánico + compost; P(Bm): harina de hueso + compost; N(o): harina de sangre + compost; P(St): estruvita + compost.

Se encontraron diferencias significativas entre las diferentes estrategias de fertilización evaluadas. El tratamiento P(Bm)+N(i) mostró los mayores de rendimiento, correlacionados con los mayores valores de peso hectolítico. Se puede observar una tendencia al mayor contenido de proteína bruta en los tratamientos fertilizados con pellets órgano-minerales.

## Conclusión

Los resultados de este experimento indican la potencialidad de fuentes fertilizantes de la economía circular (estruvita, harina de hueso, etc) para la producción de trigo mejorando las estrategias de manejo de nutrientes para una agricultura sostenible alineada con los objetivos del Pacto Verde Europeo.

## Referencias

- Aguilera, E., Lassaletta, L., Sanz-Cobena, A., Garnier, J., Vallejo, A. 2013. The potential of organic fertilizers and water man-agement to reduce N2O emissions in Mediterranean climate cropping systems. A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 164, p32-52.
- Chew, K.W., Chia, S.R., Yap, Y.J., Ling, T.C., Tao, Y., Show, P.L. 2018. Densification of food waste compost: Effects of moisture content and dairy powder waste additives on pellet quality. *Process Safety and Environmental Protection*, Volume 116, p780–786.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT /2022/016 y ha sido financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.



## OPTIMIZACIÓN DEL USO DE COMPLEJANTES DE ORIGEN NATURAL EN PROCESOS FOTO-FENTON A PHS SUAVES

J. Arévalo<sup>1</sup>, M. Pérez-Bernabeu<sup>1</sup>, M. Cardán<sup>2</sup>, A. Arques<sup>1</sup>, A. Amat<sup>1</sup>, L. Santos-Juanes<sup>1</sup>

1: Universitat Politècnica de València, Departamento de ingeniería textil y papelera,

Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada. 03801 Alcoy. jorarag1@epsa.upv.es

2: Universidad de Alicante. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Edafología y Química Agrícola. Grupo de Química Agrícola. 03690 San Vicente del Raspeig - Alicante

### Palabras clave

Foto-Fenton, complejante, CECs, polifenoles, pH.

### Introducción

El proceso foto-Fenton tienen su base en la producción de especies altamente oxidantes a través de la descomposición de peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en presencia de sales de hierro. Se muestran a continuación las ecuaciones (1) y (2) correspondientes al proceso foto-Fenton. Este proceso se produce de manera óptima a pHs cercanos a 3.



Los tratamientos basados en procesos tipo Fenton han demostrado tener una alta eficiencia en la eliminación de un amplio rango de contaminantes. Sin embargo, para aplicar estos procesos a pHs más cercanos a la neutralidad se han de emplear complejantes que sean capaces de formar complejos fotoactivos con el hierro y permitan la fotorreducción de hierro (III) a hierro (II). Entre estos complejos, los compuestos fenólicos y las sustancias tipo húmicas han demostrado tener buena actividad. Por ello, los desechos agrícolas pueden usarse para extraer materia orgánica con actividad complejante que permita realizar los procesos tipo Fenton a pHs menos ácidos.

### Objetivos

El principal objetivo de esta tarea fue la de estudiar la aplicación de extractos obtenidos a partir de residuos de carácter agrícola (bagazo de uva) para la complejación de hierro en procesos tipo foto-Fenton aplicados a la eliminación de una mezcla de contaminantes en aguas.

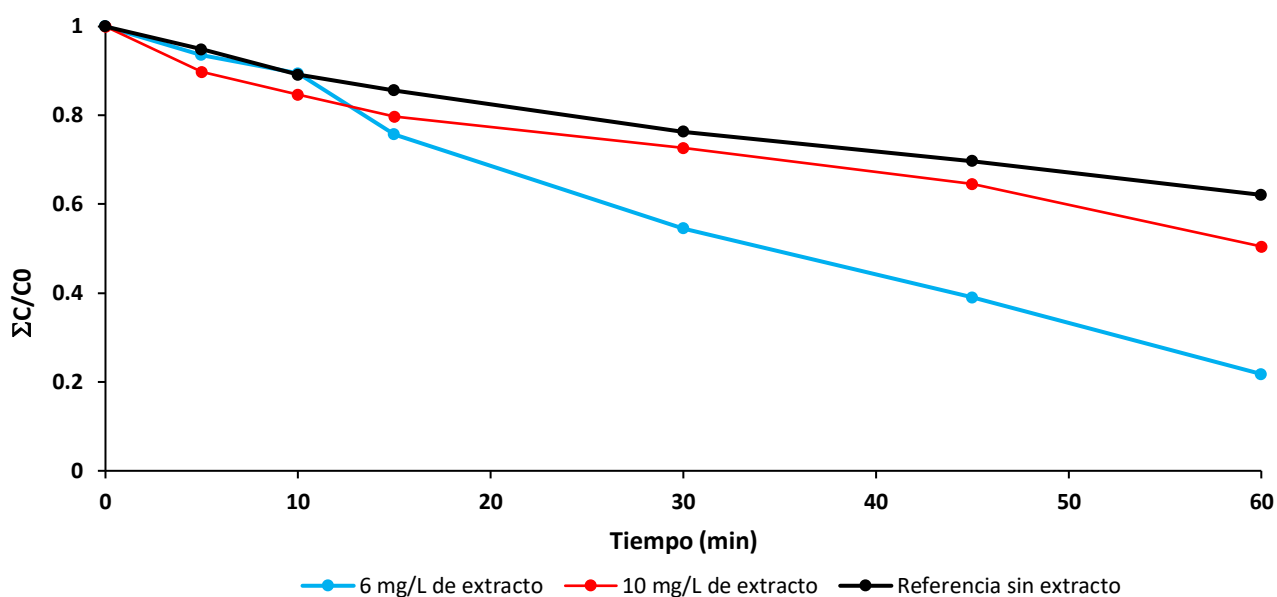
### Material y métodos

Con el fin de obtener las condiciones óptimas de trabajo y saber con que cantidades de extracto se podía trabajar, se llevó a cabo un diseño experimental de matriz Doehlert en el que se modificaron un total de 3 variables: la concentración de extracto a añadir (expresado como carbono orgánico), el pH y la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a añadir para que tuvieran lugar las reacciones del proceso foto-Fenton. Los valores de concentración de extractos orgánicos se variaron entre 4 y 16 mg·L<sup>-1</sup> de carbono orgánico, el pH se varió entre 5 y 7 y la concentración de peróxido de hidrógeno se varió entre el valor estequiométrico y el doble del estequiométrico para intentar llevar a cabo una oxidación completa de los contaminantes. Los

contaminantes utilizados (Amoxicilina, Acetaminofeno, Cafeína, Acetamiprid, Carbamazepina y Ácido Clofíbrico) se añadieron en una concentración de  $5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  cada uno, además, se trabajó con una concentración de hierro en disolución de  $5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

## Resultados y conclusiones

Los resultados obtenidos mostraron una diferencia de comportamiento en los experimentos según la concentración de extractos orgánicos. La Figura 1 muestra la evolución de la degradación de la suma de los contaminantes a pH 6 para 3 casos diferentes de concentración de extracto orgánico (ausencia, 6 y 10 mg/L de carbono orgánico). Mientras la presencia de pequeñas cantidades de extractos favoreció la eficiencia en la degradación, valores medios o altos no produjeron mejora. Hay que tener en cuenta que un exceso de materia orgánica reacciona con los radicales formados y evita su reacción con los contaminantes presentes.



**Figura 1. Efecto de la concentración de extracto en el proceso foto-Fenton en la degradación de una mezcla de contaminantes emergentes a pH 6 con 10 mg/L de Fe (III) y 2 veces el  $\text{H}_2\text{O}_2$  estequiométrico en el caso de 6 mg/L de extracto frente a 1.5 veces para los otros 2 experimentos.**

Puesto que se han empleado los extractos sin posterior purificación, se van a realizar análisis de composición para saber qué parte del extracto es la que actúa como complejante y poder así diseñar estrategias de purificación y concentración de estos compuestos.

## Agradecimientos

Proyecto AGROALNEXT/2022/041, financiado por Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17) con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación – Gobierno de España y Generalitat Valenciana.

## VALORIZACIÓN SECUENCIAL DEL RESIDUO INDUSTRIAL DE LA GRANADA – EXPLORANDO UN NUEVO MODELO DE BIORREFINERÍA

**Pilar Jiménez<sup>1</sup>, Salvador Montilla<sup>2</sup>, Raquel Montes<sup>1</sup>, Teresa Lana-Villarreal<sup>1</sup>, Frutos C. Marhuenda<sup>3</sup>, Roberto Gómez<sup>1</sup>, Pedro Bonete<sup>1</sup>, Néstor Guijarro<sup>2</sup>**

1: Departamento de Química Física, Universidad de Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, CP-03690- San Vicente del Raspeig (Alicante), España

2: Instituto Universitario de Electroquímica, Universidad de Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, CP-03690- San Vicente del Raspeig (Alicante), España  
e-mail: nestor.guijarro@ua.es

3: Departamento de Agroquímica y Bioquímica, Universidad de Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, CP-03690- San Vicente del Raspeig (Alicante), España

### Palabras Clave

granada, polifenoles, valorización, ultrasonidos, electroquímica

### Introducción y objetivo

El fruto de la granada ha tomado, en los últimos años, un papel protagonista en los campos de la alimentación y nutrición debido a su alto contenido en nutraceuticos, llevando a clasificarla como una “superfruta”. Como resultado, el procesado industrial de la granada se ha acrecentado significativamente, especialmente en la provincia de Alicante, un lugar estratégico para la producción y procesado de esta fruta. De hecho, aquí, no sólo se concentra el 80% de la producción nacional, sino que también se producen más de 70'000 L anuales de su zumo. Uno de los principales problemas del procesado de la granada reside en el hecho de que la piel o cáscara de la granada, que representa algo más del 50% en peso de la fruta fresca, se descarta en el proceso, generándose así un gran volumen de residuos que generalmente acaban incinerándose con el correspondiente impacto ambiental. Sin embargo, se ha demostrado que el residuo de la piel de la granada (RPG) es de hecho rico en polifenoles, pectinas y lignocelulosa, entre otros componentes [1], lo que lo convierte en una fuente sostenible única para surtir una gran variedad de compuestos químicos como nutraceuticos, biocombustibles o aditivos para compost. Hoy en día, se han propuesto modelos de biorrefinería para reutilizar el RPG pero en todos los casos recurriendo a métodos energéticamente intensivos, de difícil escalado y donde todavía se siguen desechando porcentajes significativos del RPG inicial [2].

En esta presentación proponemos un nuevo modelo de biorrefinería alternativa, en el que por medio de la combinación secuencial de varias técnicas de valorización complementarias perseguimos minimizar la producción RPG y maximizar su incorporación en el mercado. En primer lugar, el uso de la extracción asistida por ultrasonidos (EAU) permite recuperar los polifenoles contenidos en el RPG. El segundo lugar, la separación química de las fracciones de lignina y carbohidratos que conforman el RPG, permite, por un lado, explorar tratamientos electroquímicos para producir biocombustibles a partir de la lignina, y por otro, utilizar los carbohidratos como aditivos para la preparación de compost. En esta charla nos centraremos en los resultados correspondientes a la EAU mostrando resultados preliminares de las otras etapas.

### Materiales y métodos

Como sustrato se empleó en todos los casos granada mollar, secada a 60°C, molturada y tamizada para

seleccionar tamaños de partícula. La EAU se llevó a cabo empleando un sistema de ultrasonidos UP200S (hielscher), fijando la temperatura de trabajo a 10°C, la frecuencia de operación a 24 kHz, y utilizando diferentes medios para completar la extracción. El contenido total de polifenoles se determinó de manera rutinaria empleando el método de Folin-Ciocalteu. Los ensayos electroquímicos se llevaron a cabo empleando un potenciostato BioLogic SP50 trabajando en una configuración de tres electrodos.

## Resultados y conclusión

La EAU se ha realizado en diferentes condiciones, es decir, modificando el tiempo de extracción, disolvente, temperatura, potencia y tamaño de partículas de RPG, entre otras. Cabe destacar la fuerte dependencia del TPC con el disolvente, determinando que la mezcla etanol:agua (1:1) permitía alcanzar mejores rendimientos de extracción. De la misma manera, se ha explorado cómo afecta la concentración así como el tamaño de partícula del RPG. Los resultados sugieren que aunque al aumentar la concentración y el tamaño de partícula la eficiencia de la extracción decrece, no lo hace de manera drástica. Esto relaja de manera significativa los requisitos de preparación de la muestra, algo especialmente atractivo para trasladar este proceso a escala industrial. Por otro lado, monitorizar el TPC, permite monitorizar el avance del proceso de extracción, pero la metodología estándar de Folin-Ciocalteu es lenta y poco precisa. En este ámbito, se ha establecido un método electroquímico que permite registrar el TPC en tiempo real. Finalmente, se introducirán avances preliminares en el campo de la extracción de lignina y carbohidratos del RPG así como de sus tratamientos posteriores para su valorización.

## Referencias

- [1] D. Mazaheri, Y. Orooji, M. Mazaheri, M. S. Moghaddam, H. Karimi-Maleh. *Biomass Conv. Bioref.* **2021**, <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01562-2>.
- [2] P. D. Pathak, S. A. Mandavgane, B. D. Kulkarni. *Waste Biomass Valor.* **2017**, 8, 1127-1137

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y ha sido apoyado por el MCIN con fondos NEXT GENERATION EU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana. N. Guijarro agradece al MICINN el apoyo recibido vía el programa Ramon y Cajal (RYC2018-023888-I). N. Guijarro también agradece que este proyecto ha recibido fondos de Consejo de Investigación Europeo (ERC) en el marco del programa de investigación e innovación European Union's Horizon 2020 (grant agreement No. 948829).

## CARACTERIZACION DE LOS COMPONENTES BIOACTIVOS Y PROPIEDADES ANTIFUNGICAS DE SALVADO DE ARROZ FERMENTADO POR BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

JM Quiles<sup>1\*</sup>, L. Escrivá<sup>1</sup>, C. Luz<sup>1</sup>, J Calpe<sup>1</sup>, A. Navarré y G Meca<sup>1</sup>

1: Agri-Food Biotechnologies Laboratory – BiotechLab. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal. Facultat de Farmàcia i de Ciències de l'Alimentació. Universitat de València. Av. Vicent Andrés Estellés, s/n  
46100 Burjassot. València  
e-mail: juan.quiles@uv.es

**Palabras clave:** Salvado de arroz, actividad antifúngica, bioconservación, bacterias lácticas,

**Introducción y objetivo:** El salvado de arroz (SA) es uno de los principales subproductos de la industria arrocera. La producción anual en España de arroz blanco es de 750 millones de kg aproximadamente, lo cual supone un deshecho de unos 60 millones de kg anuales de SA. Para propiciar el desarrollo de la economía circular, la industria alimentaria busca una aplicación que revalorice este subproducto. En este estudio se elaboraron medios de cultivo a base de SA a diferentes porcentajes, los cuales fueron fermentados con dos cepas de bacterias lácticas (BAL) y posteriormente caracterizada su actividad bioactiva y antifúngica para valorar su uso como agentes bioconservantes.

**Material y métodos:** Para la formulación de los medios se prepararon 3 tipologías diferentes de los mismos. Para ello se preparó un medio mínimo similar al medio de cultivo líquido Man, Rogosa y Sharpe (MRS el medio de cultivo óptimo para el crecimiento de BAL), con ingredientes aptos en la alimentación humana junto a 5, 10 y 20 % de SA. Para la fermentación de los medios se usaron dos cepas de *Lactiplantibacillus plantarum* (*L. plantarum*): *L. plantarum* H1 (aislado heces de bebé) y *L. plantarum* L1 (aislado de leche materna). Tras la fermentación, los medios fueron cuantificados el ácido láctico, el ácido feniláctico (PLA) y los ácidos fenólicos, mediante centrifugación, filtrado e inyección en un equipo HPLC-DAD (ácido láctico) y HPLC-ESI-MS-TOF (PLA y fenólicos), respectivamente.

También se evaluó la actividad antifúngica de los medios mediante un ensayo cualitativo *in vitro* frente a las especies de hongos micotoxigénicos *Aspergillus flavus* (*A. flavus*) y *Penicillium commune* (*P. commune*) siguiendo el método descrito por Luz *et al* (2021) con modificaciones. Para ello, los medios fermentados fueron congelados, liofilizados y triturados para formar un polvo que se empleó en la preparación de medio de cultivo sólido Potato Dextrose Agar (PDA), sobre el que posteriormente se inoculó una suspensión de los dos hongos toxigénicos anteriormente descritos. Las placas se incubaron a 25 °C y el crecimiento fúngico fue observando y apuntando tras 2 y 4 días de incubación. Los datos se compararon con un control donde los hongos crecen en PDA sin modificar.

**Resultados y conclusión:** El estudio del ácido láctico evidenció que la adición de salvado a las muestras mostraba un incremento en la producción del mismo. La fermentación con las bacterias alcanzó concentraciones de 10, 18, 22 y 32 g/L en el MRS, medio salvado 5 % (S 5%), medio salvado 10 % (S 10%) y medio salvado 20 % (S 20%), respectivamente. El valor más alto de ácido láctico se detectó en el medio S20% fermentado por la bacteria H1, unos 32 g/L.

Respecto al estudio del ácido feniláctico, se observaron resultados similares. Se pudo apreciar que mayores cantidades de salvado de arroz evidenciaban una mayor producción del ácido. La concentración media de este ácido en el MRS, S 5%, S 10 % y S 20 % fue de 22, 29, 30 y 31 mg/L respectivamente. Al comparar las bacterias, la cepa H1 evidenció siempre una mayor producción del metabolito. En el estudio de los fenoles totales, el estudio determinó que en los medios sin fermentar había concentraciones menores de compuestos fenólicos cuando se comparaba con los fermentados. Específicamente, en el medido S 5% se registró una concentración de fenoles 71 de mg equivalentes de ácido gálico (AG mg)/L, mientras que en los medios fermentados esta concentración oscilaba entre los 80 AG mg/L. De forma similar la fermentación con bacterias logró incrementar de media la presencia de estos metabolitos en el medio S 10% unos 10 AG mg/L y en el medio S 20% unos 11 AG mg/L. No se observó diferencias significativas en la producción de fenoles al comparar entre las bacterias.

La lectura de las placas del ensayo de actividad antifúngica (Figura 1), mostro como en el caso del *A. flavus* tras dos días de incubación todos los tratamientos consiguieron reducir significativamente el crecimiento de este hongo. Los mayores valores se alcanzaron en la concentración de un 15%, alcanzando una reducción del crecimiento en torno al 30%. La bacteria que evidenció mayor actividad fue la H1. Tras cuatro días de ensayo no se observó diferencias entre control y tratamientos. En las pruebas contra *P. commune* se observó una mayor eficacia del tratamiento. A día 2 los medios fermentados con un 20% alcanzaron una reducción superior al 40% del crecimiento del hongo, con ambas bacterias. En el caso del medio fermentado por la cepa H1 este porcentaje de reducción incrementó hasta un 44 a día 4, mientras que con la cepa L1 el porcentaje de disminución se redujo al 20%.

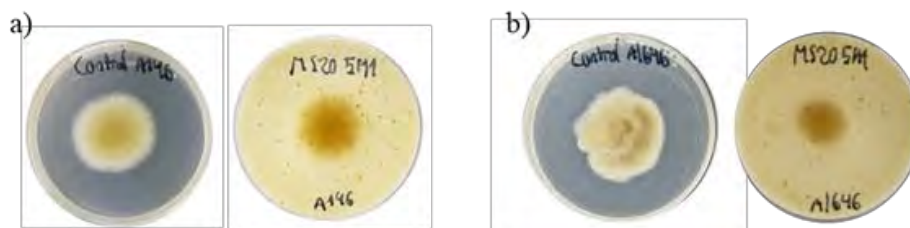


Figura 1. Ejemplo de la actividad antifúngica del extracto frente a *A. flavus* (a) y *P. commune* (b)

En conclusión, todos estos ensayos mostraron de forma repetida que el medio de cultivo con un 20% de salvado de arroz evidencia la mayor capacidad antifúngica. Esto también se ha podido apreciar relativo a la cepa H1 respecto a la L1. Por lo tanto, se ha seleccionado como agente de estudio el medio S 20% fermentado por la cepa H1 para un futuro escalado de a escala de fermentador.

**Referencias:** - C. Luz, J. Calpe, J.M. Quiles, R. Torrijos, M. Vento, M. Gormaz, J. Mañes, G. Meca. Probiotic characterization of *Lactobacillus* strains isolated from breast milk and employment for the elaboration of a fermented milk product. *Journal of Functional Foods* 84 (2021), DOI 10.1016/j.jff.2021.104599.

**Agradecimientos:** Proyecto AGROALNEXT 2022 “Biotecnología microbiana para la valorización de residuos agroalimentarios: un paso adelante en el aprovechamiento del salvado de arroz (BioValRice – AGROALNEXT/2022/035).

## ACERCAMIENTO A LA INNOVACIÓN SOSTENIBLE AGRÍCOLA A PARTIR DE LA PREDICCIÓN DE EMISIONES BAJO EL COMPORTAMIENTO Y LA CULTURA SOSTENIBLE DESDE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO

Vanessa Zorrilla-Muñoz<sup>1,2</sup>, María Salud Justamante<sup>1</sup> y José Manuel Pérez-Pérez<sup>1</sup>

1: Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández de Elche, Avda. de la Universidad s/n, 03202 Elche, Alicante. 2: Instituto Universitario de Estudios de Género de la Universidad Carlos III de Madrid, Getafe, Madrid.  
e-mail: vzorrilla@umh.es

### Palabras clave

cambio climático, economía circular, gestión del suelo y energía, cultivos, fertilizantes y pesticidas

### Introducción y objetivo

España es uno de los principales países europeos productor de agricultura. Las condiciones climatológicas y la fertilidad de la tierra promueven que desde siglos se cultiven todo tipo de variedades, ofreciendo una gran riqueza agrícola en aumento. Según los datos disponibles en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022), si bien el número de explotaciones agrarias ha disminuido un 7,6% en el periodo 2009-2022, la superficie cultivable en España es un 0,7% superior respecto el año de base 2009<sup>i</sup>. A esto se une el hecho de que solamente en el 2022 se recogieron cerca de 3 millones de toneladas (MTn) de tomates, lo que supone aproximadamente el 26% del total de hortalizas producidas. Por su parte y en el mismo año, la producción de frutales no cítricos se acercó a 4 MTn frente a casi 6 MTn en frutales cítricos, de los cuales casi el 50% está formado por naranjo dulce. En cuanto al cultivo de olivares, se extrajeron 5 MTn de aceitunas y más de 5,5 MTn en uva de viñedo. Estos cultivos, son también mayoritarios y habituales en la Comunidad Valenciana, lo que contribuye positivamente a la economía de esta región, a pesar de la reducción del número de explotaciones y la mayor oferta de latifundios y agricultura intensiva respecto al año base en todo el territorio español.

A su vez, el cambio climático está impactando notablemente en la forma en que la agricultura se está desarrollando y aún existen muy pocos estudios que analicen si las actividades agrarias, actitudes, cultura y comportamientos de las personas agricultoras puede llegar a impactar la sostenibilidad agrícola desde una perspectiva medioambiental, social y económica. Por ello, el objetivo de este trabajo consiste en indagar en las transformaciones sostenibles y predecir el comportamiento innovador social y desde una perspectiva de género en base a las emisiones medioambientales per cápita y sobre los indicadores de la agricultura multifuncional, en concreto la gestión del suelo (fitosanitarios como fertilizantes y pesticidas) y la gestión de la energía (maquinaria eléctrica y uso de combustibles fósiles, entre otros).

### Material y métodos

Este trabajo utiliza un modelo predictivo en una serie temporal de 20 años (1990-2020) aplicando una variación de la fórmula de Tucker (1995) a partir de la variable dependiente de “emisiones medioambientales

---

<sup>i</sup> En el año 2009 entró en vigor el Reglamento (CE) 543, cuyo fin es establecer un marco común europeo para la elaboración de la estadística comunitaria. Por consiguiente, los datos recogidos en el 2009 son anteriores a la entrada en vigor del sistema de recogida de datos agrario.

per cápita”  $\left(\Delta \frac{\text{CO}_2}{\text{pop}}\right)$  y las variables independientes sobre “gestión del suelo” y “gestión de la energía”. El análisis se lleva a cabo a través de dos diferentes modelos que considera como variable de diferenciación principal el sexo. En el cálculo se consideran los datos de la producción agrícola no ecológica antes de la transformación y transporte para el consumo (es decir, hasta el silo) en España. Se proponen 4 modelos predictivos: desde el año 1990-2012 tanto para hombres como mujeres y desde el 1990-2020 en ambos sexos. El modelo predictivo aplicado consiste en el Garch bayesiano.

## Resultados y conclusión

Los principales resultados muestran que existe una variación temporal que pudiera afectar al modelo de predicción final. En concreto, este trabajo logra probar que las emisiones agrícolas dependen de las características sociodemográficas de las personas que trabajan en la tierra, especialmente, si son hombres o mujeres, lo que se relaciona con indicadores clave de la agricultura multifuncional (gestión del suelo y de la energía). Se confirma que las emisiones de la maquinaria se producen debido al uso estimado de productos fitosanitarios principalmente, como el uso de fertilizantes y pesticidas, además de ciertos recursos no renovables, como el consumo de combustibles fósiles. Además, los modelos corroboran que el uso de maquinaria antigua o más actual no muestra una relación directa en las emisiones per cápita. Por otra parte, si bien hasta el año 2012 no se encuentran variables diferenciadoras entre sexos, es a partir de la unificación de datos hasta el 2020 donde se observan mayores variaciones. De todo esto, se deduce que las actitudes hacia el uso responsable de la tierra y la gestión agrícola dependen principalmente de la cultura y las actitudes de las personas agricultoras, donde se pueden apreciar diferencias comportamentales por sexo y por actitudes relacionadas con la innovación sobre la gestión del suelo y energía. Con todo ello, el uso de prácticas más eficientes, innovadoras y sostenibles en la gestión del suelo (como la reducción de fertilizantes y pesticidas) contribuiría a la reducción de gases de efecto invernadero, sin considerar la dependencia del uso de maquinaria con el uso de combustibles fósiles (tractores, cosechadoras y cultivadoras). Todo ello, ayudaría a considerar políticas más respetuosas e inclusivas y la mejora de prácticas sostenibles, así como promover la mejora genética eficiente y sostenible de cultivos para la reducción de las emisiones y la huella de carbono.

## Referencias

- [1] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022). Estadísticas Agrarias. Agricultura. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/>. Consultado el 13/02/2024.
- [2] Tucker, M. (1995). Carbon dioxide emissions and global GDP. *Ecological Economics*, 15, 215-223.

## Agradecimientos

Este proyecto forma parte de las actividades de innovación dentro del Proyecto INNTA1/2022/23 "Agente de Innovación para el Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández de Elche", cofinanciado por la UE a través del Programa FEDER de la Comunidad Valenciana 2021-2027.



# POSTERS

# AGROALNEXT



Línea estratégica 1: Producción primaria sostenible y transición ecológica



## **POSTERS WP1**

## **NANOFORMULACIÓN DE UN INSECTICIDA BASADO EN AZADIRACTINA – ACEITE DE NEEM**

**Miriam Benítez<sup>1\*</sup>, Jamal el Haskouri,<sup>2</sup> Pedro Amorós<sup>2</sup> y José Vicente Ros Lis<sup>1</sup>**

1: Instituto de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico. Universitat de València.

e-mail: Miriam.Benitez@uv.es

2: Instituto de Ciencia de Materiales. Universitat de València

El aumento de la población mundial y la necesidad de aumentar la producción agrícola para alimentar a esta población creciente conlleva a un aumento en el uso de fertilizantes y plaguicidas, surgiendo problemas de contaminación ambiental, agotamiento de los suelos, resistencias, intoxicaciones alimentarias... Por lo tanto, es necesario la búsqueda de nuevos plaguicidas, donde los aceites esenciales son compuestos interesantes por su menor toxicidad ya que no afecta a los vertebrados, especificidad de atacar solo a la plaga objetivo, necesidad de poca cantidad para obtener resultados, y no provocan resistencias. Dentro de estos aceites es interesante el aceite de neem donde su metabolito más importante es la azadiractina, que provoca la inhibición hormonal de las mudas del insecto, impidiendo su paso a insecto adulto, es un aceite que ya se está utilizando de manera comercial con buenos resultados. Como inconveniente se puede observar la degradación por los rayos UV del sol y la temperatura, lo que implica tener que hacer varias aplicaciones.

En este trabajo se ha desarrollado, validado y demostrado el potencial que tiene la combinación de nanomateriales con azadiractina o aceite de neem para combatir en cítricos a *Delottococcus aberiae* y trips y en caqui a las moscas blancas (*Dialeurodes citri*, *Paraleyrodes minei* y *Aleurothrixus floccosus*).

En un primer paso se prepararon materiales de sílice, por sus características no tóxicas y sus grandes propiedades de diseño y síntesis en cuanto a tamaño, forma y porosidad, además estos materiales se funcionalizaron de manera superficial para modificar propiedades como la velocidad de liberación o la solubilidad. También se hizo la síntesis de estos materiales de sílice incluyendo otros elementos que le dan propiedades adicionales como la resistencia a la fotodescomposición como es el Ce o Ti, todas estas características nos han permitido sintetizar una amplia variedad de soportes sobre los que se han cargado la azadiractina y el aceite de neem, buscando aumentar la duración en campo y su efectividad como insecticida.

Una vez sintetizados y cargados todos los materiales se evaluó su estabilidad y liberación de sustancias activas por medio de sensores electrónicos con el fin de discriminar los productos que son aptos para llevar a cabo el ensayo de campo. Las pruebas de campo se llevaron a cabo en explotaciones agrícolas de la Comunitat Valenciana con incidencias de las plagas objetivo. Para cada uno de los ensayos se preparó un diseño experimental en el que se aplicó el material que contiene el producto además de emplear un testigo y un control y siempre se realizó dicha aplicación en el momento adecuado según el nivel poblacional de la plaga.

Los ensayos se llevaron a cabo con mosca blanca *Dialeurodes Citri*, se observó que en el estado larvario L1 los resultados del nanomaterial con azadiractina son similar al producto comercial de la azadiractina pero se observó una mayor efectividad en el estado larvario L2, en ambos estados la efectividad del producto fue de 7 días. También se observó que el Ti que se introdujo con la idea de tener una mayor resistencia a la fotodescomposición producida por el sol no mejoraba la permanencia del aceite esencia dentro del material.

**AGRADECIMIENTOS:** Este estudio ha contado con el apoyo de la subvención del programa AGROALNEXT apoyado por el MCIN, la Unión Europea Next Generation (PRTR-C17. I1) y la Generalitat Valenciana, referencia EUAGROALNEXT/2022/065; y el proyecto AGCOOP\_A/2022/019 de la GVA en el marco del Programa de desarrollo rural de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

## New fluorescent Schiff base modified nanocellulose-based chemosensors for the selective detection of Fe<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup> and Cu<sup>2+</sup> in semi-aqueous media and application in seawater sample

Sarah Ben Haj Fraj<sup>1,2,4</sup>, Jamal El Haskouri<sup>2\*</sup>, Pedro Amorós<sup>2</sup>, José Vicente Ros-Lis<sup>5</sup>, Angelo Ferlazzo<sup>3</sup>, Giovanni Neri<sup>4</sup>, Mohamed Hassen V Baouab<sup>1</sup>.

1: Research Unit Materials and Organic Synthesis (UR17ES31), Preparatory Institute for Engineering Studies of Monastir, University of Monastir, Tunisia.

2: Instituto de Ciencias de los Materiales de la Universidad de Valencia, Calle Catedrático José Beltrán 2, 46980 Paterna, Valencia, España.

3: Department of Chemical Sciences, University of Catania, Viale A. Doria 6, 95125 Catania, Italy

4: Department of Engineering, University of Messina, C.da Di Dio, I-98166 Messina, Italy.

5. Univ. Valencia, Univ Politecn Valencia, REDOLi Res Grp, Inst Interuniv. Invest. Reconocimiento Mol & Desarro, Doctor Moliner 50, Valencia 46100, Spain

Corresponding author: haskouri@uv.es

**Keywords:** Nano-cellulose, Schiff Base, Fluorescent chemosensors, Heavy metals detection.

### Introduction and objective

Cellulose is the most abundant linear carbohydrate bio-polymer in nature. It's well-known as the most renewable, biocompatible, biodegradable, cost-effective and eco-friendly. In recent years, the shift from MCC to nanocellulose NC has rapidly attracted a great attention and has gained much interest as a new class of nanoscale biopolymers and as the new renewable source from both academia and industry researchers due to its promising potential in applications. NC is specifically characterized by a great dispersibility, high aspect ratio, large surface area, high mechanical strength, high crystallinity and thermal expansion coefficient. Thus, Schiff bases with an azomethine or imine (-C=N-) group have been extensively designed and used in field of cation species sensing, anions, proteins and organic substances, because of their simple preparation, high yield and easy structural modifications that can coordinate different analytes via the pair of electrons of azomethine nitrogen (-C=N) that make various complexes. Fluorometric chemosensors/probes are very effective for the detection and quantification of heavy metal ions, being the recognition simple process, that leads to high sensitivity, distinguished selectivity and excellent efficiency at low-cost. However, these small molecules are sometimes unstable in the surrounding changes in solutions. So, a new alternative has recently proposed using Schiff base-modified cellulose. For example, WANG et al. (2023) [1] developed a fluorescent coumarin derivative grafted dialdehyde cellulose-based probe for the detection of Fe<sup>3+</sup>. In this study, four new fluorescent dyes, namely, S<sub>1</sub>: (PDA-DANC), S<sub>2</sub>: (SAL-PDA-DANC), S<sub>3</sub>: (BrSAL-PDA-DANC) and S<sub>4</sub>: (CISAL-PDA-DANC) have been successfully synthesized from (DANC) for the detection of heavy metal. The microstructural and photophysical properties of (NC), (DANC) and the synthesized dyes were investigated by FT-IR, SEM-EDX, XRD, TGA, DLS and photoluminescence.

### Material and methods

First, we prepared nanocellulose from microcrystalline cellulose. Subsequently, we converted the nanocellulose (NC) into 2,3-dialdehyde nanocellulose (DANC) to synthesize four new dyes: S<sub>1</sub>: (PDA-DANC), S<sub>2</sub>: (SAL-PDA-DANC), S<sub>3</sub>: (BrSAL-PDA-DANC) and S<sub>4</sub>: (CISAL-PDA-DANC). These dyes were synthesized by grafting o-phenylenediamine and salicylaldehyde derivatives onto DANC in two successive reaction steps. All the synthesized products were characterized using FTIR, XRD, EDX, SEM, and TGA. We believe that the high surface area of modified nanocellulose polymers may enhance their interaction with certain metal ions. we explored finally the application of the first sensor S1 in seawater sample collected from the coast of Tunisia for the purpose of controlling its contamination with human waste, by designing a sustainable and environmentally friendly new hybrid-based nanocellulose sensor.

## Results and conclusion

Nanocellulose (NC), obtained from conversion of microcrystalline cellulose (MCC), shows an average size of 802.4 nm with 0.141 of polydispersity index (Pdl), and a crystalline index (CI) of 82.40% and crystallite size of 4.68 nm. The synthesized dyes present good fluorescent properties, and they have been therefore exploited for developing new probes for heavy metal ions detection. Remarkable “turn off” and/or “turn on” behaviors with  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Cu}^{2+}$  and with  $\text{Zn}^{2+}$  in DMF/water solution have been demonstrated, allowing the sensitive and selective determination of these heavy metal ions with a low limit of detection (LOD). Finally, the evaluation of the  $\text{Fe}^{3+}$  sensing in a real seawater sample was investigated which showed an excellent linear calibration (Fig.1). As described in Table 1, the recoveries of  $\text{Fe}^{3+}$  in seawater were from 100.42 to 108.71%. These data confirmed that  $\text{S}_1$  could be applied to the practical detection of iron (III) in seawater samples in the presence of other potentially competing metal ion species.

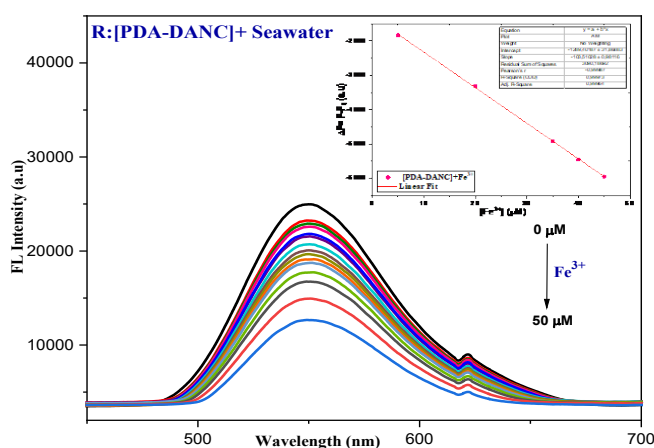


Fig. 1. Fluorescence emission spectra of  $\text{S}_1$  with  $\text{Fe}^{3+}$  (0-25  $\mu\text{M}$ ) in seawater.

Real Sample	$\text{Fe}^{3+}$ ( $\mu\text{M}$ ) added	$\text{Fe}^{3+}$ ( $\mu\text{M}$ ) Found	Recovery (%)
Seawater	10	10.49	104.9
	40	40.17	100.42
	50	54.34	108.71

Table 1 Determination of  $\text{Fe}^{3+}$  ions in seawater sample.

## References

- [1] X. Wang, Z. Meng, X. Tian, J. Kou, K. Xu, Z. Wang, Y. Yang, A novel coumarin derivative-grafted dialdehyde cellulose-based fluorescent sensor for selective and sensitive detection of  $\text{Fe}^{3+}$ , *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 292 (2023) 122378. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2023.122378>.

## Acknowledgements

The authors are grateful to Institute of Materials Sciences of the University of Valencia (Spain) and Department of Engineering, University of Messina (Italy) for financial support. This work has been partially funded by European Union (NextGeneration EU), through the MUR-PNRR project SAMOTHRACE (ECS0000022). This research was also supported by the grant THINKINAZUL/2021/028 from MCIN (Ministerio de Ciencia e Innovacion de España) with funds from European Union Next Generation EU (PRTR-C17.I1) and GV (Generalitat Valenciana) and AGROALNEXT program supported by MCIN with funding from European Union Next Generation EU (PRTRC17.I1) and by Generalitat Valenciana grant number EUAGROALNEXT/2022/065.

## RESPUESTA CORRELACIONADA EN CALIDAD ESPERMÁTICA DE CONEJOS SELECCIONADOS POR RESILIENCIA

Serrano-Jara D<sup>1\*</sup>, Santacreu MA<sup>2</sup>, Armero E<sup>3</sup>, Orengo J<sup>4</sup>, Argente MJ<sup>1</sup> y García ML<sup>1</sup>

1: Instituto CIAGRO-UMH, Ctra. Beniel km 3.2, 03312 Alicante.

2: ICTA, Universitat Politècnica de València, Valencia

3: Departamento de Ingeniería Agronómica, ETSIA, Universidad Politécnica de Cartagena, Murcia.

4: Departamento de Producción Animal. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo, 30071, Murcia.

\*email: d.serrano@umh.es

**Palabras clave:** motilidad, morfometría, potencial de dosis, resiliencia

### Introducción

En los últimos años, se ha demostrado que la selección por homogeneidad del tamaño de camada en conejo es una metodología adecuada para mejorar la resiliencia (Blasco *et al.*, 2017) pues se mejora la resistencia a las enfermedades y al estrés frente a la selección por heterogeneidad del tamaño de camada (Argente *et al.*, 2019).

Hoy en día, el 80% de las granjas cunícolas utilizan la inseminación artificial tanto con machos de líneas paternas para producir el conejo de engorde como con machos de líneas maternas para producir la hembra cruzada. En este contexto, la calidad espermática es determinante para el rendimiento reproductivo de los centros de inseminación y la difusión de los machos de alto valor genético.

El objetivo de este trabajo es estudiar la respuesta correlacionada a la selección por resiliencia en los parámetros que definen la calidad espermática en dos líneas de conejos seleccionadas divergentemente por variabilidad del tamaño de camada.

### Material y métodos

Un total de 55 muestras de semen de 25 machos de las líneas seleccionadas divergentemente por variabilidad del tamaño de camada han sido utilizados (Línea L, seleccionada por homogeneidad del tamaño de la camada; Línea H, seleccionada por heterogeneidad del tamaño de camada). Las muestras se recogían mediante vagina artificial atemperada a 45°C. Después de hacer una valoración macroscópica, en los eyaculados aptos se midió el volumen. Las muestras se diluyeron con Tris-ácido cítrico-glucosa. Los parámetros de motilidad se evaluaron mediante microscopio con sistema de análisis de espermático asistido por ordenador (Sperm Class Analyzer, S.C.A., Microptic, Barcelona) con 50 frames/s. Se midió la concentración, el porcentaje de espermatozoides móviles, la velocidad curvilínea (VCL), la velocidad rectilínea (VSL), la velocidad de trayectoria promedio (VAP), el índice de linealidad (LIN), la rectitud (STR), la oscilación (WOB), la amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza, (ALH) y frecuencia de batido (BCF). Además, se analizó la morfometría de la cabeza del espermatozoide con su área. Por último, el potencial de dosis se estimó como la producción de espermatozoides por muestra dividido por la concentración de las dosis comerciales ((concentración\*volumen) / 20 \*10<sup>6</sup> espermatozoides/dosis).

El modelo estadístico utilizado incluyó el efecto del día de extracción de la muestra (3 niveles), la línea (L y H) y el macho como efecto aleatorio. Los análisis se realizaron con metodología bayesiana con el programa Rabbit desarrollado por el Instituto de Ciencia y Tecnología de la Producción Animal de la UPV.

## Resultados

La línea L produce un 22% más de volumen ( $P = 97\%$ ) y presenta un 83% más de concentración ( $P = 96\%$ ) que la línea H (Tabla 1). Los parámetros de motilidad y de morfometría no difieren entre las líneas.

El potencial de dosis estima el número de dosis comerciales que se producirían a partir de la muestra obtenida. Se ha estimado que las dosis se prepararían con una concentración de 20 millones de espermatozoides. El potencial de dosis de la línea L es de 16 mientras que el de la línea H es de 10 ( $P = 83\%$ ). Esta diferencia es relevante pues representa un 60% más de producción de dosis en la línea L. Los machos de la línea L pueden ser utilizados como “abuelos” en el cruce a tres vías utilizado en cunicultura y su productividad en los centros de inseminación artificial sería directamente proporcional al potencial de dosis.

Tabla 1. Parámetros de la distribución marginal posterior de la diferencia estimada entre las líneas L y H para los parámetros de calidad espermática.

Parámetro	L	H	D	HPD <sub>95%</sub>	P
Volumen (mL)	1,1	0,9	0,2	-0,0;0,4	97
Concentración ( $10^6$ /mL)	330	180	150	-13;328	96
Motilidad (%)	88	85	3	-10;15	68
VCL ( $\mu$ m/s)	134	140	-6	-35;22	64
VAP ( $\mu$ m/s)	65	68	-3	-18;12	66
VSL ( $\mu$ m/s)	37	38	-1	-11;9	55
STR (VSL/VAP, %)	52	49	3	-4;11	79
LIN (VSL/VCL, %)	25	24	1	-4;6	67
WOB (VAP/VCL, %)	46	46	0	-4;3	56
ALH ( $\mu$ m/s)	3	3	0	-1;1	58
BCF (Hz)	13	13	0	-4;4	50
Área ( $\mu$ m <sup>2</sup> )	37	37	0	-3;2	61
Potencial de dosis	16	10	6	-6;16	83

L: mediana de la línea L. H: mediana de la línea H. D: mediana de la diferencia entre las líneas L y H. HPD<sub>95%</sub>: región de alta densidad posterior al 95%. P: Prob ( $D > 0$ ) cuando  $D > 0$  y Prob ( $D < 0$ ) cuando  $D < 0$ .

En conclusión, los machos de la línea L parecen ser más productivos y con la misma calidad espermática que la línea H.

## Referencias

Argente M.J., García M.L., Zbynovska M., Petruska P., Capcarova M., Blasco A. 2019. Correlated response to selection for litter size environmental variability in rabbits' resilience. *Animal* 13: 2348 - 2355.

Blasco A, Martínez-Álvaro M, García M.L, Ibáñez-Escriche N, Argente M.J. 2017. Selection for environmental variance of litter size in rabbits. *Genet Sel* 49(1): 1-8.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/037) y ha sido financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.

## Adaptación al déficit hídrico en vid mediante el uso de agonistas de los receptores del ácido abscísico

Mar Bono<sup>1\*</sup>, Raul Ferrer-Gallego<sup>2</sup>, Leonor Deis<sup>3</sup>, Diego Intrigliolo<sup>2</sup> y Pedro L. Rodriguez<sup>\*1</sup>

1: Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP), Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Universidad Politécnica de Valencia, ES-46022 Valencia. \*prodriguez@ibmcp.upv.es

2: Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE), Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Universitat de València-Generalitat Valenciana, ES-46113 Moncada (Valencia) 3: Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.

**Palabras clave:** ácido abscísico, receptores de ABA, agonistas, vid

### Introducción y objetivo

La vid (*Vitis vinifera* L.) y sus productos derivados, medido en superficie cultivada y volumen económico, constituye el cultivo frutícola más relevante del mundo (7,5 millones de hectáreas cultivadas, >50% de ellas en Europa), considerando que la exportación de vino aporta anualmente >6.000 millones de euros a la UE. El sector vitivinícola se enfrenta a desafíos sin precedentes dado que debe satisfacer una demanda creciente de vinos de mayor tipicidad y calidad mediante una viticultura sostenible en un contexto actual de cambio climático. El calentamiento global amenaza la producción de vino de calidad en las regiones vitivinícolas mediterráneas en particular. El aumento de temperatura y los episodios de sequía en estas regiones aceleran la fenología de la vid y alteran la maduración y composición de la uva y del vino.

El ácido abscísico (ABA) es una hormona importante en la regulación de diferentes procesos del desarrollo vegetal, en la maduración de ciertos frutos y en la respuesta de las plantas al estrés abiótico. La aplicación del ABA puede ser una estrategia adecuada para favorecer la respuesta de la vid al estrés, incrementando la producción y la calidad de las uvas. Adicionalmente, varios estudios han mostrado que el ABA participa en la iniciación y regulación de la maduración, acumulación de azúcares y desarrollo del color en bayas no climatéricas como las uvas. Por ejemplo, uno de los papeles del ABA es su capacidad para aumentar la producción de antocianinas, principales responsables del color de la uva. El tratamiento con ABA exógeno puede aumentar el contenido de antocianinas, el contenido total de fenoles y las propiedades antioxidantes de la piel de las uvas, aumentando su valor nutricional.

El ABA es percibido por la familia PYR/PYL/RCAR de receptores. Ello conduce a la formación de complejos con el grupo A de proteínas fosfatasa tipo 2C (PP2C), las cuales normalmente actúan como represores de la señalización hormonal. En cambio, al formarse estos complejos con el ABA y sus receptores, se produce la inhibición de PP2Cs y la activación posterior de tres proteínas quinasas activadas por ABA, denominadas SnRK2s, las cuales fosforilan diversas dianas y activan la señalización por la hormona. Un efecto del ABA es inducir el cierre de estomas en situaciones de escasez hídrica para reducir la pérdida de agua por transpiración. El aumento de ABA endógeno inducido por la sequía es muy eficiente para reducir la pérdida de agua. Sin embargo, la aplicación exógena de ABA no es muy eficaz debido a la fragilidad de su estructura, que es sensible a la luz ultravioleta, y a su rápido catabolismo por diferentes vías. Por tanto, existe un campo emergente para el desarrollo de moléculas que actúen como agonistas de los receptores del ABA pero que tengan una vida media más larga. Estos agonistas son moléculas pequeñas que pueden modular la señalización de ABA de forma oportuna, dinámica y exógena. Además, su persistencia después de la aplicación exógena debe ser superior a la del ABA. En este trabajo tenemos como objetivo explorar el uso de un agonista de los receptores de ABA en vid, concretamente iSB09, como posible sustituto del ABA. Esta molécula fue previamente desarrollada en nuestro laboratorio y testada con resultados positivos en plantas modelo como *Arabidopsis thaliana* (arabidopsis) y *Solanum lycopersicum* (tomate) (Lozano-Juste et al., 2023).

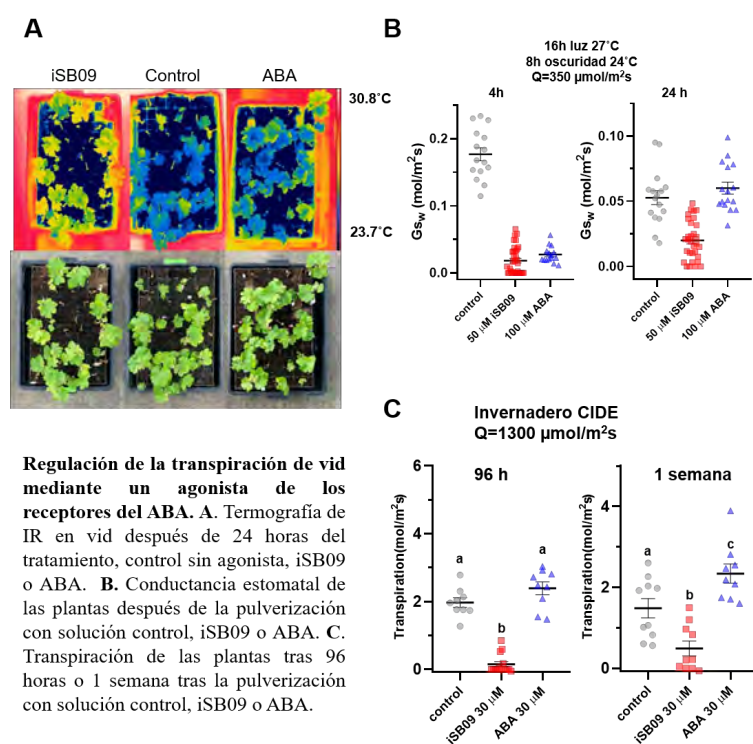


## Material y métodos:

En este trabajo se utilizó *Vitis vinifera* L. cultivar Bobal. El desarrollo vegetativo de las plantas se llevó a cabo en macetas de 0,5 L utilizando sustrato universal y se colocaron en una cámara de crecimiento en día largo (16:8 h luz/oscuridad) con condiciones controladas: temperatura 27: 24°C (día noche), humedad 60%. Los análisis de intercambio de gases se llevaron a cabo en hojas completamente desarrolladas (N = 30). La fotosíntesis (Pn), el CO<sub>2</sub> intracelular (Ci), la conductancia estomática (gs) y la tasa de transpiración (E) se midieron utilizando un analizador de gases infrarrojo portátil (LCi-T). Las mediciones se realizaron a una concentración ambiental de CO<sub>2</sub> (400 ppm), una densidad de flujo de fotones fotosintéticos (PPFD) de 1000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{seg}^{-1}$  (optimizada con una curva de luz) y un flujo de aire de la cubeta de 500 mL min<sup>-1</sup>. También se midieron la conductancia estomática (gs) y la eficiencia cuántica del fotosistema II ( $\Phi$  PSII) en hojas utilizando un porómetro/fluorímetro portátil LI-600 (LICOR). Las mediciones se llevaron a cabo a una concentración ambiental de CO<sub>2</sub> y una densidad de flujo de fotones fotosintéticos (PPFD) de 150  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{seg}^{-1}$ .

## Resultados y conclusión:

Se aplicaron soluciones control sin agonista (mock), o bien suplementadas con ABA 100  $\mu\text{M}$  o iSB09 50  $\mu\text{M}$ . La pulverización foliar de iSB09 mostró un efecto antitranspirante superior al de ABA medido por



termografía de IR (Figura 1A). Esta técnica permite cuantificar la temperatura de la hoja, indicador indirecto de la apertura estomática. El efecto de iSB09 sobre la conductancia estomática (gs) se determinó después de la aplicación del agonista en condiciones de riego óptimo a 4 y 24 horas (Figura 1B). La dosis de 50  $\mu\text{M}$  de iSB09 mostró un efecto claro en la reducción de la conductancia estomática, que se mantuvo después de 24 h. Sin embargo, con una dosis de 100  $\mu\text{M}$  ABA, el efecto desapareció después de 24 h del tratamiento (Figura 1B). Esta corta persistencia del ABA tras aplicación exógena posiblemente sea debida a su sensibilidad a los rayos UV y al catabolismo en las plantas. Medidas de transpiración en invernadero sin refrigeración confirman este resultado, y en este caso una aplicación de 30  $\mu\text{M}$  iSB09 fue efectiva al menos una semana tras su aplicación (Figura 1C).

**Conclusión:** Se ha demostrado que la molécula iSB09 es activa en vid, actuando como un agonista de los receptores de ABA de tipo PYL1. Su comparación con el efecto del ABA aplicado mediante pulverización indica que iSB09 es más efectivo y persistente que el ABA. Estos resultados sugieren que este agonista podría ser utilizado como sustituto del ABA para reforzar la respuesta de la vid al estrés hídrico, induciendo un cierre estomática y reduciendo la transpiración de las plantas o podría favorecer la acumulación de metabolitos secundarios, compuestos fenólicos como las antocianinas, entre otros. Estudios en condiciones de campo serán necesarios para evaluar cómo el cierre estomática puede afectar a la productividad de las plantas en condiciones de déficit hídrico.

## Referencias:

Lozano Juste et al., (2023). Structure-guided engineering of a receptor-agonist pair for inducible activation of the ABA adaptive response to drought. *Science Advances* 9, eade9948. doi: 10.1126/sciadv.ade9948

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y contó con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana. Raúl Ferrer-Gallego agradece la financiación al programa Ramón y Cajal (RYC2021-031638-I) y al proyecto de Consolidación (CNS2023-144458) financiado por MCIN/AEI/10.13039/ 501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR.

## SELECCIÓN DE ENTRADAS DE *Cucurbita* spp. Y *Lagenaria siceraria* TOLERANTES A ESTRÉS HÍDRICO Y SALINO

Silvia Ramos<sup>1</sup>, Miguel Bracho Gil<sup>1</sup>, Gorka Perpiñá<sup>1</sup>, Andrea Berruga<sup>1</sup>, Lorena Bellver<sup>1</sup>, Carlos Alandes<sup>1</sup>, Sara Mares<sup>1</sup>, Miguel Ezquerro<sup>1</sup>, Laura Próper<sup>1</sup>, María García-Cabrera<sup>1</sup>, María José Díez<sup>1</sup>, Santiago García-Martínez<sup>2</sup>, Juan José Ruíz-Martínez<sup>2</sup>, Belén Picó Sirvent<sup>1</sup> y Ana Pérez-de-Castro<sup>1\*</sup>

1: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia (España).

2: Departamento de Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Miguel Hernández, Avda. Universidad s/n, 03202, Elche, Alicante (España).  
e-mail: anpedel@btc.upv.es

**Palabras clave:** calabaza, sequía, salinidad, *Cucurbitaceae*

### Introducción y objetivo

El género *Cucurbita*, perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, incluye 5 especies cultivadas. Las especies *C. maxima* Duchesne y *C. moschata* Duchesne engloban fundamentalmente variedades cultivadas como calabazas de invierno para consumo humano o animal. También pertenece a la familia de las cucurbitáceas la especie *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl., cuyos frutos se emplean como recipiente u ornamento, y que también tiene interés, como las anteriores, como portainjertos. Las calabazas son un cultivo con gran importancia económica y social a nivel mundial y en España, donde aproximadamente un cuarto de la producción se concentra en la Comunidad Valenciana, en cultivo de regadío al aire libre (MAPA, 2023; <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/>). Se estima que más del 50 % de los recursos hídricos del planeta se emplean para riego en agricultura. Con el crecimiento de la población y el desarrollo económico, se ha incrementado notablemente el consumo de agua, lo que, unido a los efectos del cambio climático, está agravando el problema de la escasez de agua a nivel mundial. En este contexto, resulta de interés la evaluación de los recursos genéticos disponibles para la identificación de variedades con mayor tolerancia al estrés hídrico. El objetivo de este trabajo, que se enmarca en los proyectos AGROALNEXT/2022/025 y PROMETEO 2021/072, ha sido la evaluación del efecto del déficit hídrico y del riego con agua salina en las características de planta y fruto de un conjunto de variedades tradicionales de *C. maxima*, *C. moschata* y *L. siceraria*.

### Material y métodos

Se evaluaron un total de 46 entradas de *C. maxima*, 49 de *C. moschata* y 20 de *L. siceraria*, procedentes de dos bancos de germoplasma (COMAV y BGHZ) y de la colección del grupo de Mejora genética de Cucurbitáceas del COMAV (Tabla 1). Se realizaron dos ensayos en la campaña de primavera-verano de 2023. El primero de los ensayos, para la evaluación del déficit hídrico, se llevó a cabo en un campo de cultivo con un sistema de riego por goteo, en la localidad de Alcàsser (Valencia), con dos tratamientos, T1 (100% de riego, condiciones control) y T2 (50% de riego, condiciones de déficit hídrico). El segundo ensayo, para la evaluación del estrés salino, se realizó en un campo de cultivo con riego por inundación, en el Parque Natural de Carrizales (Elche, Alicante), con suelo naturalmente salino y agua de riego con elevada salinidad. En todas las filas se incluyeron tres controles de la especie correspondiente, según un modelo de diseño aumentado (Federer y Ragavarao, 1975). Se analizaron un conjunto de caracteres cualitativos y cuantitativos, empleando los descriptores desarrollados por el *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR) y la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales

(UPOV). Los caracteres de planta fueron: vigor, fecha de floración, número de frutos y producción. Los caracteres de fruto fueron: caracteres del pedúnculo, acostillado, presencia de venas resaltadas, peso, forma, anchura, longitud y color y dibujo del fruto, espesor de la pulpa y ancho de la cavidad, firmeza de la pulpa y la piel, textura de la pulpa, textura y brillo de la piel, grados brix y pH.

Tabla 1. Origen de las entradas de *Cucurbita maxima*, *C. moschata* y *Lagenaria siceraria* evaluadas en condiciones de estrés hídrico y estrés salino.

País	Región	<i>C. maxima</i> <sup>1</sup>	<i>C. moschata</i> <sup>2</sup>	<i>L. siceraria</i>	Continentes	<i>C. maxima</i> <sup>1</sup>	<i>C. moschata</i> <sup>2</sup>
España	Andalucía	13/1	6/1/-	1/8	África	-/2	-/2/-
	Castilla-La Mancha	6/-	2/-/-	2/3	América	1/5	-/4/3
	C. Valenciana	4/4	6/1/-	3/	Asia		-/3/-
	Extremadura	5/-	1/-/-	-/2	Europa	-/3	-/3/-
	Islas Baleares		1/-/-		Oceanía	-/1	
	Islas Canarias		15/-/-				
	País Vasco		-/1/-				
	Región de Murcia	1/-		1/-			
Total		29/5	31/3/-	7/13	Total	1/11	-/12/3

<sup>1</sup>Número de entradas (N) del COMAV / Grupo de Cucurbitáceas del COMAV. <sup>2</sup>Número de entradas (N) del COMAV / Grupo de Cucurbitáceas del COMAV / BGHZ. <sup>3</sup>Número de entradas (N) del COMAV / BGHZ.

## Resultados y conclusión

En general, se observó una disminución en el vigor de las plantas y una reducción en el peso del fruto (Figura 1) y el número de frutos por planta, en las condiciones de estrés hídrico. Para las tres especies fue posible seleccionar entradas en las que el efecto del déficit hídrico no supuso una reducción en el peso del fruto y la producción. Como consecuencia del estrés salino se produjo, de forma general, una reducción del peso del fruto y de la producción en las tres especies. En cualquier caso, algunas entradas de las tres especies mostraron buena adaptación a la salinidad, no viéndose muy afectado el peso del fruto y la producción.



Figura 1. Reducción del tamaño del fruto en las condiciones de estrés en una entrada de calabaza de asar (*Cucurbita maxima*): control (T1, izquierda), 50% de riego (T2, centro) y salinidad (derecha).

Se han seleccionado un conjunto de entradas de las tres especies, por presentar una buena adaptación a las condiciones de déficit hídrico y de estrés salino, o por ser tipos únicos. Estas entradas se evaluarán en las mismas condiciones de déficit hídrico en la campaña de primavera-verano 2024, en Valencia, y posteriormente en distintas zonas de cultivo, para confirmar su comportamiento. Por otra parte, el total de las entradas se volverán a evaluar en condiciones de salinidad en el Parque Natural de Carrizales, reduciendo el estrés salino en las fases iniciales del cultivo.

## Referencias

Federer, W.T. y Ragavarao, D., 1975. "On augmented designs". Biometrics, 31: 29-35.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del programa AGROALNEXT (proyecto AGROALNEXT/2022/025), respaldado por el MCIN, con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana y el proyecto PROMETEO 2021/072, financiado por la Generalitat Valenciana. A.B., M.E., M.G.C., S.M. y L.P. agradecen la ayuda en el marco del "Programa Investigo" (Generalitat Valenciana, Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU).

# EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE *Cucumis sativus* Y *Cucurbita pepo* EN CONDICIONES DE DÉFICIT HÍDRICO

Rosa Peiró<sup>1\*</sup>, Laksmi Anak Agung Ayu<sup>1</sup>, Gorka Perpiñá<sup>1</sup>, Miguel Bracho Gil<sup>1</sup>, Sara Mares<sup>1</sup>, María José Díez<sup>1</sup>, Belén Picó Sirvent<sup>1</sup> y Ana Pérez-de-Castro<sup>1</sup>

1: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV), Universitat Politècnica de València,  
Camino de Vera s/n, 46022, Valencia (España).  
e-mail:ropeibar@btc.upv.es

**Palabras clave:** pepino, calabacín, sequía, estrés hídrico, *Cucurbitaceae*

## Introducción y objetivo

En la agricultura actual los estreses abióticos suponen uno de los mayores problemas del cultivo de especies hortícolas. El estrés causado por déficit hídrico está adquiriendo importancia creciente como consecuencia del cambio climático. Sus efectos tienen repercusión económica debido a la reducción en la producción.

El pepino (*Cucumis sativus* L.) y los distintos morfotipos de la especie *Cucurbita pepo* L. son cucurbitáceas ampliamente cultivadas en las regiones templadas y cálidas del planeta. España es uno de los principales países productores de ambos cultivos, siendo además el principal exportador (FAOSTAT, 2023; <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>). El déficit hídrico afecta a los procesos bioquímicos y metabólicos de las plantas, reduciendo su crecimiento y, como consecuencia, su rendimiento. En este contexto, resulta de interés la evaluación de los recursos genéticos disponibles para la identificación de variedades con mayor tolerancia al estrés hídrico.

El objetivo de este trabajo, que se enmarca en los proyectos AGROALNEXT/2022/025 y PROMETEO 2021/072, ha sido la evaluación del efecto del déficit hídrico en las características de planta y fruto de un conjunto de variedades tradicionales de pepino y calabacín que representan la variabilidad de la especie.

## Material y métodos

Se evaluaron un total de 75 entradas de pepino y 43 de *Cucurbita pepo* (Tabla 1). Las entradas de pepino incluían de tipo “corto” (45), “largo” (20), “francés” (cinco), “oriental” (tres), “Beit” (una) y “redondo” (uno). En cuanto a las entradas de *C. pepo* pertenecían a los morfotipos “Vegetable marrow” (16), “Pumpkin” (siete), “Zucchini” (siete), “Acorn” (cinco), “Scallop” (tres), “Straightneck” (dos), “Cocozelle” (una) y “Crookneck” (una), además de una entrada de la subespecie *fraterna*.

El cultivo se realizó en la campaña de primavera-verano de 2023, en un campo de cultivo con un sistema de riego por goteo, en la localidad de Alcàsser (Valencia). Las entradas fueron analizadas con dos tratamientos, T1 (100% de riego, condiciones control) y T2 (50% de riego, condiciones de déficit hídrico). En todas las filas se incluyeron tres controles de la especie correspondiente, según un modelo de diseño aumentado (Federer y Ragavarao, 1975). Se analizaron un total de cinco caracteres cualitativos y 11 cuantitativos, empleando los descriptores desarrollados por el *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR) y la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Los caracteres de planta fueron: vigor, fecha de floración, número de frutos y producción. Los caracteres de fruto fueron: peso, forma, densidad de las espinas (para *C. sativus*), anchura y longitud, espesor de la pulpa y ancho de la cavidad, firmeza de la pulpa y la piel (para *C. pepo*), grados brix y pH.



# **EFFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE ENSILADO DE ORUJO DE UVA BLANCA EN LA DIETA DE CABRAS LECHERAS DE RAZA MURCIANO-GRANADINA SOBRE SUS ASPECTOS PRODUCTIVOS. RESULTADOS PRELIMINARES (SOSCAPRI, AGROALNEXT/2022/062)**

**Fernández N.<sup>1</sup>, Rodríguez M.<sup>1</sup>, Andrade J.C.<sup>1</sup>, Gálvez M.<sup>2</sup> y Peris C.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología Animal- Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 Valencia; e-mail: nfernand@dca.upv.es

<sup>2</sup>Ciencia y Tecnología de la Producción Animal, Instituto de Investigación Agroalimentaria y Agroambiental, Universidad Miguel Hernández de Elche. Ctra. De Beniel, km 3.2, 03312 Orihuela (Alicante).

**Palabras clave:** economía circular, subproducto, funcional, sostenible

## **1.- Introducción y objetivo**

España es el tercer productor mundial de uva, con 6.673,5 t/año, que generan 2.002,04 t/año de subproductos. El orujo se obtiene tras el prensado de la uva y se compone de restos de pulpa, tallos, pieles y semillas, de forma que una mala gestión del mismo podría causar un impacto negativo en el medioambiente. Es preciso buscar alternativas para su valorización, objetivo que entronca con el concepto de economía circular. La composición del orujo de uva incluye polisacáridos de las paredes celulares, como las hemicelulosas y la celulosa, pectina, lignina, proteínas, grasas y minerales, azúcares no fermentados, alcohol, fenoles, taninos, pigmentos y otros componentes bioactivos. Algunos de esos componentes fitoquímicos son considerados como promotores de la salud tanto humana (Teixeira et al., 2014) como animal (Corredu et al., 2020). El objetivo de este trabajo es la determinación del nivel óptimo de inclusión del ensilado de orujo de uva blanca en la dieta de cabras de leche, utilizando para ello un ensayo a corto plazo en jaulas de digestibilidad.

## **2.- Materiales y métodos.**

Este experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la granja de pequeños rumiantes de la Universitat Politècnica de València (UPV). Se utilizaron 4 grupos de 10 cabras de raza Murciano-Granadina cada uno, homogéneos en la edad, peso vivo y producción lechera (periodo pre-experimental). A cada grupo se le asignó aleatoriamente una de las 4 dietas experimentales (0%, 5%, 10% y 15% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca en la dieta). El periodo experimental comenzó con una etapa de 14 días de adaptación a las dietas, tras la cual se seleccionaron 4 cabras/grupo que fueron introducidas en las jaulas de digestibilidad durante 11 días: 7 días de adaptación y 4 días de recogida de muestras (ingestión y alimento rehusado, producción de heces, orina, cantidad diaria de leche ordeñada y su composición). Se calcularon las necesidades para cabras de 2,5 l de producción media de leche, diseñando 4 raciones: 1 control y 3 para la incorporación del 5%, 10% ó 15% de ensilado de orujo de uva blanca. Como fuente forrajera se utilizó la alfalfa y el ensilado en diversas dosificaciones, y como concentrado se administró un pienso comercial. Las dietas eran isoenergéticas e isoproteicas entre sí. No se ha realizado el análisis estadístico por ser resultados preliminares.

### 3.- Resultados y conclusión

En la Tabla 1, se presentan los primeros resultados obtenidos en las jaulas de digestibilidad. Se observa que el nivel de rehusado en las dietas Control, 10% y el 15% de orujo estuvo entorno al 20%, mientras que en la dieta con el 5% de orujo la proporción del rehusado fue del 32%, indicando una peor aceptación de las cabras. Consecuentemente, los animales de esta dieta produjeron menor cantidad de heces. Las producciones de leche a la salida de las jaulas oscilaron desde 1.951 a 2.273 ml/d, siendo la dieta del 5% de orujo la única que presentó un ligero descenso (55 ml/d) de producción en el periodo experimental. Hubo una pérdida generalizada del peso vivo entre 1 y 2 kg/animal, que podría ser debida al stress creado por la entrada en las jaulas de digestibilidad. Destaca positivamente la dieta del 15% de orujo, ya que presenta una ingestión elevada, así como una producción y composición de la leche similar a la dieta control. Los valores de RCS son más elevados para las inclusiones de ensilado del 10 y del 15%, pero se corresponden con unos valores iniciales también superiores. Se puede concluir que la dieta del 15% de inclusión de ensilado de orujo sería la más conveniente de las tres ensayadas. Desde el punto de vista económico, esta dieta aumenta en 50 g/día el consumo de soja y reduce en 30 g/día el consumo de pienso, en 350 g/día el consumo de heno de alfalfa y en 26 ml/d la producción de leche respecto al grupo control, por lo que el interés económico dependerá de los costes de estos alimentos y del ensilado, así como del precio de la leche.

Tabla 1a. Efecto de la incorporación de diversos niveles de ensilado de orujo de uva blanca en la dieta de cabras lecheras de raza Murciano-Granadina sobre la ingestión de alimento, el peso vivo y la producción de heces y orina

Dietas	Peso vivo (kg)			Cantidad de alimento			Heces (g/d)	Orina (g/d)
	(1)	(2)	(3)	Ofrecido (g/d)	Ingerido (g/d)	Rehusado (g/d y %)		
0 (%)	44,5	42,5	-2,0	2460	1966	494/20	1408	1882
5 (%)	42	40,1	-1,9	2570	1738	832/32	1061	985
10 (%)	42,1	41,1	-1	2640	2087	553/21	1534	1850
15 (%)	43,3	42,1	-1,2	2790	2287	503/18	1446	1015

(1) a la entrada de la jaula; (2) a la salida de la jaula; (3) diferencia entre salida y entrada.

Tabla 1b. Efecto de la incorporación de diversos niveles de ensilado de orujo de uva blanca en la dieta de cabras lecheras de raza Murciano-Granadina sobre la producción y composición de la leche

Dietas	Producción de leche (ml/d)			Composición de la leche					
	(1)	(2)	(3)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	EQ (%)	Urea (mg/kg)	RCS (10 <sup>3</sup> /ml)
0 (%)	2173	2273	100	4,6	3,4	4,6	8,0	598	508
5 (%)	2003	1951	-52	4,2	3,3	4,5	7,4	615	401
10 (%)	2149	2188	39	4,1	3,3	4,8	7,4	649	710
15 (%)	2056	2131	75	4,9	3,3	4,7	8,2	623	817

(1) en el periodo pre-experimental; (2) a la salida de la jaula; (3) diferencia entre (2) y (1); EQ: extracto quesero; RCS: recuento de células somáticas

### 4.- Referencias

Corredu et al. 2020 <https://doi.org/10.3390/ani10010131>; Teixeira et al. (2014) 10.3390/ijms150915638.

### 5.-Agradecimientos

Este trabajo ha recibido financiación del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/062,-SOSCAPRI) y contó con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGeneration EU (PRTR-C17. I1) y de la Generalitat Valenciana.

# **CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, AGRONÓMICA Y DE COMPOSICIÓN DEL GERMOPLASMA DE LA TOMATA VALENCIANA**

**Nicolás Arroyo Fernández, María del Rosario Figàs Moreno, Cristina Casanova Calancha, Elena Soler Calabuig, Miquel Martínez Busó, Ramón Gabriel Rico, Jaime Prohens Tomás, Salvador Soler Aleixandre**

Grup de Conservació i Millora de Varietats Tradicionals Valencianes, Institut de Conservació i Millora de l'Agrodiversitat Valenciana, Universitat Politècnica de València.  
Camí de Vera 14, 46022 València.  
e-mail: salsoal@upvnet.upv.es

Palabras clave: germoplasma, tomate, variedades tradicionales

## **Introducción y objetivo**

La 'Tomata Valenciana' es una variedad tradicional valenciana con excepcionales características de calidad organoléptica. El cultivo de esta variedad tradicional se encuentra en expansión, con una producción comercializada en 2023 superior al millón de kilos y un valor de esta producción de más de 2 millones de euros. La creación en 2019 de la "Associació de Productors i Comercialitzadors de la Tomata Valenciana" (APCTV) tuvo como principal objetivo la promoción del cultivo y consumo de esta variedad de tomate. Además, se perseguía garantizar la buena conservación y uso en el tiempo de las variedades tradicionales de tomate valenciano. Las actividades que se han llevado a cabo en este trabajo van encaminadas a desarrollar la labor de la conservación y uso más adecuado del germoplasma de la 'Tomata Valenciana' y se han hecho en colaboración con dicha asociación.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar a distintos niveles el germoplasma de la 'Tomata Valenciana' conservado por el Grup de Conservació i Millora de la Tomata Valenciana que forma parte del COMAV de la UPV. Este trabajo, realizado en colaboración con la APCTV, ha permitido conocer este germoplasma para establecer las estrategias más adecuadas para su conservación en un futuro. Además, nos ha permitido realizar su tipificación como producto único, diferenciado y de calidad.

## **Material y métodos**

Se utilizaron 50 entradas de tomate procedentes del Institut Universitari de Conservació i Millora de l'Agrodiversitat Valenciana (COMAV) catalogadas en datos de pasaporte como tomate 'Valenciana'. Se usaron la línea VLT (variedad de 'Tomata Valenciana' portadora del gen *Tm2<sup>2</sup>*) y la variedad comercial ZAASTO-009 como controles. El ensayo se estableció al aire libre, en una parcela ubicada en el municipio de Alcàsser (València). De cada entrada se cultivaron 12 plantas organizadas en 3 bloques al azar con 4 plantas por bloque. Las plantas se cultivaron inicialmente protegidas en túnel de manta térmica. Posteriormente, se entutoraron empleando una estructura de barraca con cañas. Cuando se produjo la floración del segundo racimo, se embolsaron los racimos de una de las 4 plantas de cada bloque para obtención de semilla de autofecundación controlada. El riego se realizó por goteo y la nutrición vía fertirrigación.

Para la caracterización morfoagronómica de planta y fruto se utilizaron un total de 73 descriptores o características, de los cuales 50 son cuantitativos, 21 semicualitativos y 2 cualitativos. Los caracteres se



evaluaron en 3 plantas de cada bloque. Se evaluaron un total de 15 características de composición del fruto. Se empleó el programa Statgraphics Centurión XVIII para obtener de cada carácter la media, rango y coeficiente de variación. También se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con los valores medios de todos los caracteres.

## Resultados y discusión

Los datos obtenidos indican que, de las 50 entradas caracterizadas, 43 pertenecen al tipo varietal ‘Tomata Valenciana’. A partir de las características de intensidad del hombro del fruto, color del fruto inmaduro y el apuntamiento del fruto se ha podido comprobar la existencia en la colección de las tipologías de ‘Tomata Valenciana’ ‘Masquet’ y ‘Blanca’ (Figás et al., 2017). Destacar que la caracterización efectuada de fruto ha permitido identificar entradas de ‘Tomata Valenciana’ con una tipología intermedia. Así, las características de planta y de fruto evaluadas han permitido confirmar el agrupamiento de las entradas evaluadas en dos grupos (‘Masquet’ y ‘Blanca’) dentro de la colección y las entradas denominadas ‘Intermedias’ se posicionan como se esperaba entre los dos grupos citados anteriormente (Figura 1).

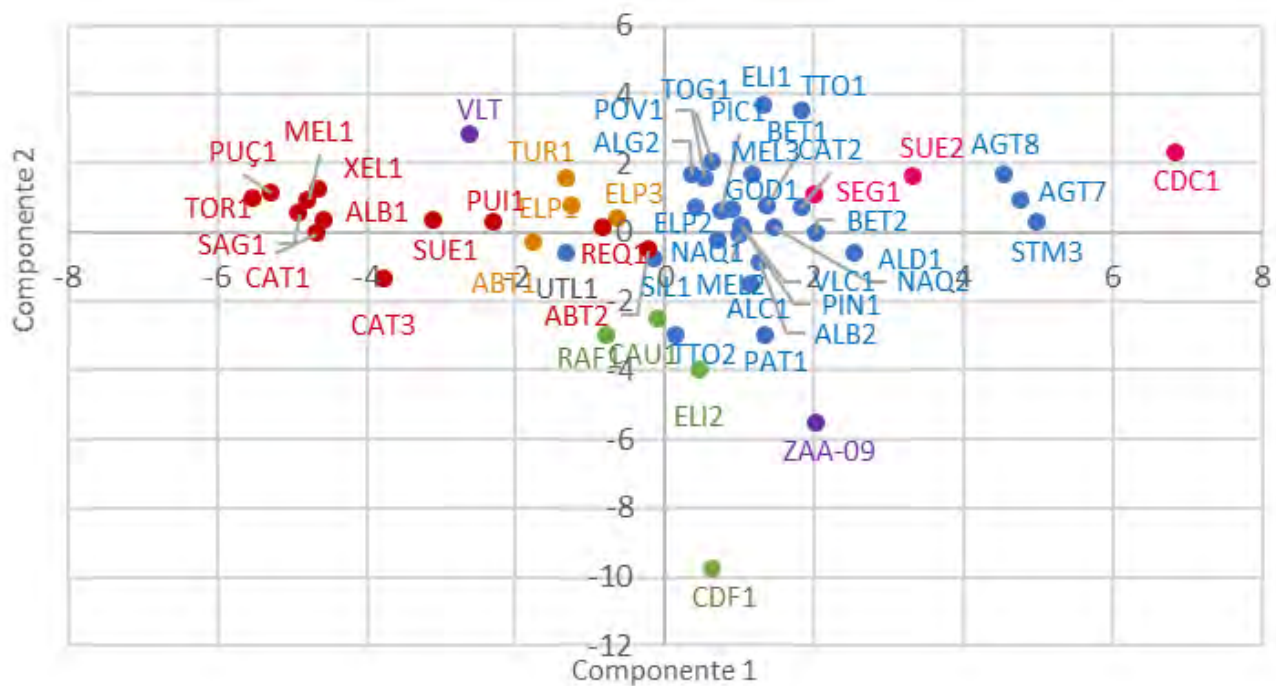


Figura 1. ACP con las características de fruto de las accesiones de ‘Tomata Valenciana’. Los colores indican distintos tipos de variedades: círculo azul, tipo ‘Blanca’; círculo naranja, tipo ‘Intermedia’; círculo rojo, tipo ‘Masquet’; círculo rosa, tipo ‘Rosa’; círculo verde, otras tipologías; círculo morado, control).

El trabajo realizado de caracterización ha permitido la selección dentro de cada tipología de fruto de las entradas más prometedoras para su recomendación para cultivo por parte de los agricultores, o bien para acometer programas de mejora genética. Así se han seleccionado 3 entrada de la tipología ‘Masquet’, 7 de la tipología ‘Blanca’ y una entrada como ‘Intermedia’. Por otra parte, se ha conseguido semilla de autofecundación controlada de cada entrada de ‘Tomata Valenciana’. Con esta se ha establecido un repositorio de semilla para suministrar a los agricultores y, por otra parte, para su conservación futura en el Banco de Germoplasma de la UPV.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y está respaldado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y la Generalitat Valenciana.

## **CARTOGRAFIA DE MICROBIOMA DE SUELO PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE EN PIMIENTO**

**Ana Fita<sup>1\*</sup>, Ivan Ilich Morales-Manzo<sup>1</sup>, Mario Xavier Ruiz<sup>1</sup>, Adrián Rodríguez-Burruezo<sup>1</sup>, Ana de Luis<sup>2</sup> y Caridad Ros<sup>3</sup>**

1: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana, Universitat Politècnica de València, Valencia, España, CP: 46022  
e-mail: anfifer@btc.upv.es

2: Dpto. de Ciencias Experimentales y Matemáticas. Facultad de Veterinaria y Ciencias Experimentales, Universidad Católica de València San Vicente Mártir. C/Guillem de Castro 94, 46001 Valencia, Spain. Universidad Católica de Valencia

3: Dpto Protección de Cultivos, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA), C/ Mayor s/n 30150 La Alberca Murcia.

**Palabras clave:** microorganismos, rotación de cultivos, bacterias promotoras del crecimiento vegetal.

### **Introducción y objetivo**

El suelo es un ecosistema complejo que conforma la base de la producción agrícola sostenible. Un suelo sano aporta soporte, nutrientes, aireación y capacidad de defensa frente a plagas y enfermedades. Sin embargo, los suelos agotados y enfermos son fuente de problemas, especialmente en cuanto a la falta de nutrientes y la proliferación de enfermedades. El microbioma del suelo se entiende como la comunidad de microorganismos que existen en un suelo en particular. Este microbioma es distinto dependiendo de las condiciones del sistema: propiedades del suelo, climatología, manejo del suelo y especies vegetales que habitan en él, entre otros. Sin embargo, el estudio de los suelos muestra que ciertos microorganismos son marcadores biológicos de suelos sanos y productivos mientras que otros son indicativos de suelos degradados. De la misma manera las especies que se cultivan seleccionan una determinada microbiota asociada. Hasta la fecha no existen estudios sistemáticos de la microbiota asociada a pimiento, ni de las consecuencias de una adecuada rotación de cultivos sobre dichas comunidades microbianas. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo, encuadrado en el proyecto Hortnext, es mostrar la propuesta experimental y primeros resultados del análisis de microbiomas de suelo asociados al cultivo de pimiento en el levante español y su evolución tras distintas propuestas de rotación de cultivos.

### **Material y métodos:**

Para el análisis del microbioma asociado a pimiento y su evolución en la rotación de cultivos (evaluando prácticas más beneficiosas) se ha propuesto la monitorización a lo largo del tiempo de la rotación de cultivos experimentales de pimiento. Así en el campo experimental de Torreblanca se están desarrollando las siguientes alternativas:

- i) suelo sin desinfectar cultivado de pimiento (CGRP) (1º año), suelo sin desinfectar cultivado de pimiento (CGRP) (2º año), suelo sin desinfectar cultivado de pimiento (CGRP) (3º año).
- ii) suelo sin desinfectar CGRP (1º año), biosolarización (agosto) + CGRP (2º año), biosolarización (agosto) + CGRP (3º año).
- iii) suelo sin desinfectar CGRP (1º año), biosolarización (agosto) + cultivo brócoli+ CGRP (2º año), biosolarización (agosto) + cultivo brócoli + CGRP (3º año).

Por otro lado, se están tomando muestras de suelos de agricultores, tanto de la comunidad Valenciana como de Murcia, que realizan sus propias rotaciones con pimiento. La comparativa de las similitudes en las dinámicas de distintos suelos con el denominador común del uso de pimiento nos dará información de los microorganismos asociados implícitamente al pimiento y de sus posibles correlaciones con características favorables del cultivo.

En las distintas combinaciones testadas se evaluará la dinámica poblacional de nematodos y otros patógenos, la dinámica de los nutrientes y el microbioma del suelo. Para ello se están tomando muestras a lo largo de los cultivos tal y como se describe en Morales-Manzo et al., 20 y se realizará extracción de ADN PowerSoil DNA Isolation Kit (MoBio Laboratories Inc., Carlsbad, CA, USA) y secuenciación y posterior análisis.

### **Resultados y conclusión:**

Actualmente se han tomado las muestras correspondientes al primer año y se dispone de la información de ensayos preliminares. En dichos ensayos se observó la gran influencia del tipo de manejo de cultivo. De esta manera se observó que a agricultura orgánica muestra mayores recuentos microbianos, actividades enzimáticas y movilización de nitrógeno, pero no grandes diferencias en cuanto a los tipos de comunidades asociadas. Además, nuestros resultados también mostraron cómo el suelo rizosférico es encontraba alterado de una manera muy genotipo-dependiente (Morales-Manzo *et al.*, 2023). Lo que nos indica que tendremos que poner atención en estas interacciones genotipo x suelo cuando interpretemos los datos resultantes de los análisis que ahora nos ocupan. Afortunadamente, otros autores han sido capaces de identificar un microbioma nuclear básico para cultivos determinados, p.ej. el trigo (Simonin et al 2020). Por lo que esperamos que con un análisis extensivo y sistemático del microbioma asociado al cultivo del pimiento seamos capaces de definir perfiles microbiológicos óptimos para un cultivo sostenible a largo plazo y tal vez incluso identificar alguna bacteria promotora del crecimiento específica de este cultivo.

### **Referencias**

Morales-Manzo, I. I., Ribes-Moya, A. M., Pallotti, C., Jimenez-Belenguer, A., Moro, C. P., Raigón, M. D., ... & Fita, A. (2023). Root–Soil Interactions for Pepper Accessions Grown under Organic and Conventional Farming. *Plants*, 12(9), 1873.

Simonin, M., Dasilva, C., Terzi, V., Ngonkeu, E. L., Diouf, D., Kane, A., ... & Moulin, L. (2020). Influence of plant genotype and soil on the wheat rhizosphere microbiome: evidences for a core microbiome across eight African and European soils. *FEMS microbiology ecology*, 96(6), fiae067.

**Agradecimientos:** Esta publicación forma parte del proyecto AGROALNEXT/2022/027 dentro del programa AGROALNEXT que cuenta con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGeneration EU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana.

## **Caracterización de la actividad inmunomoduladora de extractos acuosos de *Pleurotus* ricos en beta-glucanos**

Christine Bäuerl <sup>1</sup>, Zaida Pérez-Bassart <sup>2</sup>, Maria Jose Fabra <sup>2</sup>, Antonio Martínez-Abad <sup>2</sup>, Maria Carmen Collado <sup>1</sup>, Amparo López-Rubio <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biotecnología, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos – Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IATA-CSIC), Agustín Escardino 7, 46980 Paterna, Valencia, Spain, e-mail: christine.bauerl@iata.csic.es

<sup>2</sup> Departamento de Seguridad y Conservación de Alimentos, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos – Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IATA-CSIC), Agustín Escardino 7, 46980 Paterna, Valencia, Spain

### **Palabras clave:**

Beta-glucanos, actividad inmunomoduladora, THP-1 macrofagos

### **Introducción y objetivo:**

Las setas comestibles y sus extractos se han utilizado tanto en alimentos y en la medicina tradicional desde la antigüedad, no sólo por su composición de nutrientes, sino también por su capacidad de modular la respuesta inmune. Sin embargo, el papel de los  $\beta$ -glucanos u otros componentes presentes en las setas y su interacción con el sistema inmune esta poco estudiado. Por todo ello, nuestro objetivo fue evaluar la actividad anti-inflamatoria e inmunomoduladora de extractos acuosos de seis especies diferentes de *Pleurotus*.

### **Material y métodos:**

Se utilizaron extractos acuosos (AF) y extractos enriquecidos en beta-glucanos tras precipitación con etanol (AFp) procedentes de seis diferentes especies de *Pleurotus*: *P. citrinopileatus* (S1), *P. ferulae* (S2), *P. ostreatus* (S3), *P. ostreatus* residuos - estípite (S3R), *P. eryngii* (S4), *P. djamor* (S5) and *P. pulmonarius* (S6). Se emplearon diferentes modelos celulares como las células epiteliales intestinales HT-29, determinando la activación del factor de transcripción NF- $\kappa$ B, así como la activación de la ruta inflamatoria NF- $\kappa$ B a través del Toll-like receptor 4 (TLR4) inducido por lipopolisacáridos (LPS) en células reporteras HEK-hTLR4. Finalmente, estos extractos se ensayaron en macrófagos (THP-1) midiendo la secreción de la citoquina pro-inflamatoria IL-8 tanto en condiciones basales como en presencia de LPS.

### **Resultados y conclusión:**

En los ensayos con los HEK-hTLR4 observamos que los extractos S3 y S3R activan de forma muy significativa TLR4. Tras la purificación la capacidad de activar TLR4 aumentó de forma significativa en los extractos S3p, S3Rp, S4p y S6p. En el caso de los extractos S3/S3p y S3R/S3Rp cabe destacar que el contenido en beta-glucanos no incrementó de forma sustancial después de purificar mientras que llevó al aumento de otros heteropolisacáridos como por ejemplo la ramnosa. De forma similar, observamos en los ensayos utilizando macrófagos (THP-1) que los extractos S3/S3p y S3R/S3Rp indujeron la citoquina IL-8 de forma muy pronunciado y significativo, indicando un gran potencial inmunomodulador de estos extractos (concentraciones de IL-8 entre ~ 150 a 300 ng/ml). No obstante, los demás extractos purificados mostraron una secreción de IL-8 significativa pero más moderada (IL-8: ~ 1-6 ng/ml), pero que excepto en el caso de S6 aumentó tras purificación, indicando que el potencial inmunoestimulador se debe a los estructuras de los beta-glucanos. En condiciones inflamatorias

inducidas por LPS destacó el extracto purificado S1P, que mostró la mayor capacidad anti-inflamatoria (reducción en IL-8 inducido por LPS de 43 %).

En conclusión, estos resultados sugieren que la presencia de los heteropolisacáridos, glicoproteína o estructuras complejas de beta-glucanos pueden ser responsables para la actividad inmunomoduladora de las diferentes fracciones acuosas de *Pleurotus*. Especialmente, *P. ostreatus* y el residuo de *P. ostreatus* mostraron una destacada capacidad inmunoestimuladora en comparación con las otras especies. En futuros trabajos se fraccionarán los extractos más activos para poder esclarecer las estructuras responsables de su actividad inmunomoduladora.

**Agradecimientos:**

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y ha sido financiado por el MCIN con fondos de la Unión Europea NextGeneration (PRTR-C17-I1) y por la Generalitat Valenciana. También se agradece la Acreditación como Centro de Excelencia Severo Ochoa CEX2021-001189-S financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

# ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE *MELOIDOGYNE INCOGNITA* EN CULTIVO DE PIMIENTO BAJO INVERNADERO

C. Ros<sup>1\*</sup>, C. Martínez<sup>2</sup>, MA Hernández<sup>1</sup>, AF. Esteban<sup>1</sup>, V. Martínez<sup>1</sup> y A. Fita<sup>3</sup>.

1: Dpto Protección de Cultivos, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA), C/ Mayor s/n 30150 La Alberca Murcia.  
e-mail:caridad.ros@carm.es

2: Dpto de Molecular Genética, IMIDA, C/ Mayor s/n 30150 La Alberca Murcia.

3: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana, Universitat Politècnica de València, Valencia, España, CP: 46022

**Palabras clave:** nematodos noduladores, genes de resistencia, rotación de cultivos, *Capsicum annum*, suelo sin desinfectar, biosolarización.

## Introducción y objetivo

Actualmente las fuertes restricciones en el uso de fumigantes de suelo motivan la búsqueda de estrategias que mantengan en niveles por debajo del umbral económico a patógenos de suelo que amenazan la viabilidad de numerosos cultivos hortícolas. Este es el caso de los nematodos agalladores del género *Meloidogyne* sp. que afectan a cultivos hortícolas tan emblemáticos como es el pimiento bajo invernadero en la zona productora del Campo de Cartagena.

El objetivo del presente trabajo, encuadrado en el proyecto Hortnext, es evaluar la estabilidad de 3 estrategias de control, durante 3 campañas consecutivas de cultivo de pimiento.

## Material y métodos

En un invernadero experimental del IMIDA infestado con una población de *M. incognita* virulenta al gen *Me3* de resistencia en pimiento al nematodo, se establecen las siguientes estrategias:

- i) sobre suelo sin desinfectar cultivo de genotipo resistente de pimiento (CGRP) (1º año), sobre suelo sin desinfectar CGRP (2º año), sobre suelo sin desinfectar CGRP (3º año).
- ii) sobre suelo sin desinfectar CGRP (1º año), biosolarización (agosto) + CGRP (2º año), biosolarización (agosto) + CGRP (3º año).
- iii) sobre suelo sin desinfectar CGRP (1º año), biosolarización (agosto) + cultivo brócoli+ CGRP (2º año), biosolarización (agosto) + cultivo brócoli + CGRP (3º año).

En la primera campaña (2022-2023) se estableció un ensayo de bloques al azar sobre suelo sin desinfectar, para evaluar la resistencia al nematodo de 5 variedades (Cabanas, Kation, Katmandu, Nelto y Pretoria) y 4 porta-injertos (Alcos, Beldrock, Robusto y Oscos) comerciales de pimiento. La variedad Maestral de Syngenta se injertó sobre todos los porta-injertos. Cada genotipo fue evaluado en una fila completa de 42 plantas. Las labores culturales y sanitarias se llevaron a cabo según la zona productora.

En la campaña presente (2023-2024) se ha biosolarizado (2,5kg/m<sup>2</sup> de estiércol de oveja semicompostado en agosto) 2/3 del invernadero de forma longitudinal, los plásticos se levantaron a finales de septiembre y después se cultivó brócoli en la mitad de la zona biosolarizada. De esta forma las filas de los genotipos evaluados en la campaña anterior se cultivan sobre suelos sin desinfectar (1/3) sobre suelo biosolarizado (1/3) y sobre suelo biosolarizado + posterior cultivo de brócoli (1/3). El cultivo de pimiento se terminará a

finales de julio y se reiterará la biosolarización y el cultivo de brocoli en los mismos sectores que la actual campaña.

Se ha medido, la densidad poblacional del nematodo, contabilizando el número de juveniles J2 /100 cc de suelo antes y después de cada actuación y durante el cultivo de pimiento (cada 8 semanas), la agresividad del nematodo en la raíz mediante el índice de nodulación de una escala de 0 a 10 según Bridge y Page (1980), la incidencia del nematodo en el cultivo de pimiento y el de brocoli como porcentaje de planta afectada y el rendimiento de ambos cultivos, expresados en kg/m<sup>2</sup>.

## Resultados y conclusión

Los resultados del 1º año señalan que los genotipos de resistencia al nematodo portadores del gen *Me1* apenas se infestan con el patógeno mientras que los portadores del gen *Me3* muestran daños similares a los que se observan en la variedad susceptible. Sin embargo, el número de juveniles (J2) contabilizado en las muestras de suelo alrededor de la rizosfera de las raíces de cada genotipo son similares salvo en Alcos (resistencia desconocida) y Robusto (gen *Me1*), siendo este último el que a penas multiplicó al nematodo. En cuanto a la producción, el injerto mejoró el rendimiento, ya que la variedad Maestral sin injertar mostró una producción significativamente inferior a las plantas injertadas; por otro lado la diferencia de rendimiento de las variedades comerciales viene conferida por las características intrínsecas de cada una de ellas (Tabla 1). Tras la biosolarización en agosto, no se encontraron juveniles en el suelo; en el cultivo posterior de brocoli no se observaron daños causados por el nematodo y se obtuvo un buen rendimiento, por lo que se ha considerado una buena opción para ser empleado como rotación de cultivo con pimiento bajo invernadero.

Genotipo	Gen de resistencia	Incidencia <i>M. incognita</i>		Nº juveniles/100cc suelo	Producción pimiento (kg/m <sup>2</sup> )
		IA	% PA		
Alcos	Desconocido	0,6b	60,0b	121,7b	5,5ab
Beldrock	<i>Me3</i>	2,6d	100,0c	635,3c	6,1ab
Cabanas	<i>Me1</i>	3,8e	100,0c	439,3bc	5,7ab
Katión	<i>Me3</i>	5,8f	100,0c	382,3bc	6,3a
Katmandu	<i>Me1</i>	0,6b	53,3b	217,7bc	6,3a
Maestral	No genes resistentes	4,2ef	100,0c	601,7c	3,6c
Nelto	<i>Me1</i>	1,2c	66,7b	392,3bc	5,6ab
Oscos	<i>Me3</i>	4,0e	100,0c	567,7bc	6,2ab
Pretoria	<i>Me1</i>	0,8bc	60,0b	259,3bc	6,1ab
Robusto	<i>Me1</i>	0,0a	0,0a	7,3a	4,9b

Tabla 1: genes de resistencia, incidencia de *M. incognita* (IA: índice de agallas; %PA: porcentaje de plantas afectadas, número de juveniles (J2)/100 cc de suelo y producción de pimiento de los genotipos evaluados en la campaña 2022-2023.

## Referencias (max 2)

BRIDGE, J.S. and L.J. PAGE 1980: Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. Trop. Pest. Manage. 26, 296–298.

## Agradecimientos:

Esta publicación forma parte del proyecto AGROALNEXT/2022/027 dentro del programa AGROALNEXT que cuenta con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGeneration EU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana.

El equipo investigador quiere agradecer la ayuda técnica a José Luis Lozano, Víctor Romero, Antonio Aíx, Pedro A. García y Jesús S Martínez, Sandra Alcazar por su ayuda técnica.

## EFFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO SOBRE EL ESTADO HÍDRICO DEL CULTIVO DEL ALBARICOQUERO VAR. ‘MIRLO ROJO’

L. Andreu-Coll <sup>1\*</sup>, P.J. Blaya-Ros <sup>2</sup>, L. Noguera-Artiaga <sup>3</sup>, D. López-Lluch <sup>3</sup>, R. Martínez <sup>1</sup>,  
F. Burló <sup>3</sup>, E. Sendra <sup>3</sup>, J. Viguera-Fernández <sup>2</sup>, J. García-Brunton <sup>2</sup>, A. Galindo <sup>2</sup>, F.  
Hernández <sup>1</sup>, A. Signes-Pastor <sup>4</sup>

1: Universidad Miguel Hernández, Grupo de Investigación en Fruticultura y Técnicas de Producción, Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH), Carretera de Beniel, km 3,2, 03312 Orihuela, Alicante, España

2: Instituto de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA), Grupo de Fruticultura, Dpto. Producción Vegetal y Agrotecnología, C/ Mayor s/n de la Alberca – 30150, Murcia, Alicante, España

3: Universidad Miguel Hernández, Grupo de Investigación en Calidad y Seguridad Alimentaria, Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH)

4: Unidad de Epidemiología de la Nutrición. Universidad Miguel Hernández, Alicante, España. CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), Madrid, España. Instituto de Investigación Sanitaria y Biomédica de Alicante (ISABIAL), España

\*Autor de correspondencia: l.andreu@umh.es

**Palabras clave:** riego deficitario, albaricoque, ‘Mirlo Rojo’, potencial hídrico del tallo, ahorro de agua

### Introducción y objetivo

Dentro de las estrategias de riego dedicadas al ahorro de agua empleada en la producción agrícola, las estrategias de riego deficitario se plantean como una respuesta eficaz para afrontar la escasez de agua implícita en el cultivo de frutales de hueso en clima semiárido. Su aplicación en albaricoquero ha sido ampliamente estudiada, habiéndose optimizado sus parámetros en base a la respuesta fisiológica de la planta por medio de diferentes indicadores de estado hídrico del cultivo, siendo el más robusto de ellos el potencial hídrico. El potencial hídrico es una medida discreta y discontinua que, además de permitirnos monitorizar el estado hídrico del cultivo, nos aporta información del estado fisiológico de la planta. Para mitigar la influencia ambiental en la medida del potencial de hoja se utilizará como indicador el potencial hídrico del tallo ( $\Psi_{\text{tallo}}$ ). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del riego deficitario sostenido sobre el estado hídrico del cultivo en albaricoquero de la variedad ‘Mirlo Rojo’.

### Materiales y métodos

En este trabajo se estudió el potencial de tallo de albaricoqueros de la variedad ‘Mirlo Rojo’ en una parcela experimental ubicada en Cieza (Murcia) sometidos a cuatro estrategias de riego: 100% riego según ET<sub>c</sub>, riego al 66% (reducción del 33% de riego), riego al 33% (reducción del 66% de riego) y riego al 130%. Las distintas condiciones de riego se llevaron a cabo durante la última parte del ciclo fenológico del fruto, a partir del 8 de mayo de 2023.

El estado hídrico de la planta se evaluó mediante medidas del potencial del tallo ( $\Psi_{\text{tallo}}$ ). Este se midió al mediodía solar en hojas cubiertas dos horas antes con bolsas de plástico de cierre hermético recubiertas de papel de aluminio con una cámara de presión de Scholander mod. 600 (*Soil Moisture Equipment Corp., Goleta, CA*) de acuerdo con el procedimiento descrito por Scholander *et al.* (1965) y siguiendo las precauciones descritas por Turner (1981). Se emplearon tres hojas por árbol, tomadas de dos árboles por tratamiento, ubicados en el tercio inferior del lado norte de la parcela. Las determinaciones comenzaron tres



semanas antes de aplicar el riego deficitario y se realizaron semanalmente. Los resultados obtenidos se sometieron al análisis estadístico T- Student para la discriminación entremedias ( $p > 0,05$ ) utilizando el software XLSTAT versión 9.

## Resultados y conclusión

La Figura 1 muestra las medidas registradas en el manómetro de la cámara, las cuales están directamente relacionadas con el estado hídrico de la planta: cuanto mayor sea el déficit hídrico, mayor será la presión aplicada. Con la restricción hídrica, se observaron diferencias significativas en  $\Psi_{\text{tallo}}$  en el tratamiento con la mayor reducción de riego (66%), mostrando valores más elevados asociados con un mayor estrés hídrico. Debido a las precipitaciones acontecidas a finales de mayo, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en las medidas realizadas entre el 18 de mayo y el 8 de junio. A partir de este momento, el tratamiento que muestra un mayor  $\Psi_{\text{tallo}}$  es el sometido a la mayor reducción de riego (66%), valores que reflejan un estrés muy acentuado. No se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento con una reducción del riego al 33% y el tratamiento con riego al 100% según ETc, Estos resultados muestran que la reducción del riego al 33% produjo un ahorro de agua cubriendo las necesidades del cultivo y no mostrando un estrés significativamente distinto al que mostraron los árboles con el tratamiento riego 100% según ETc.

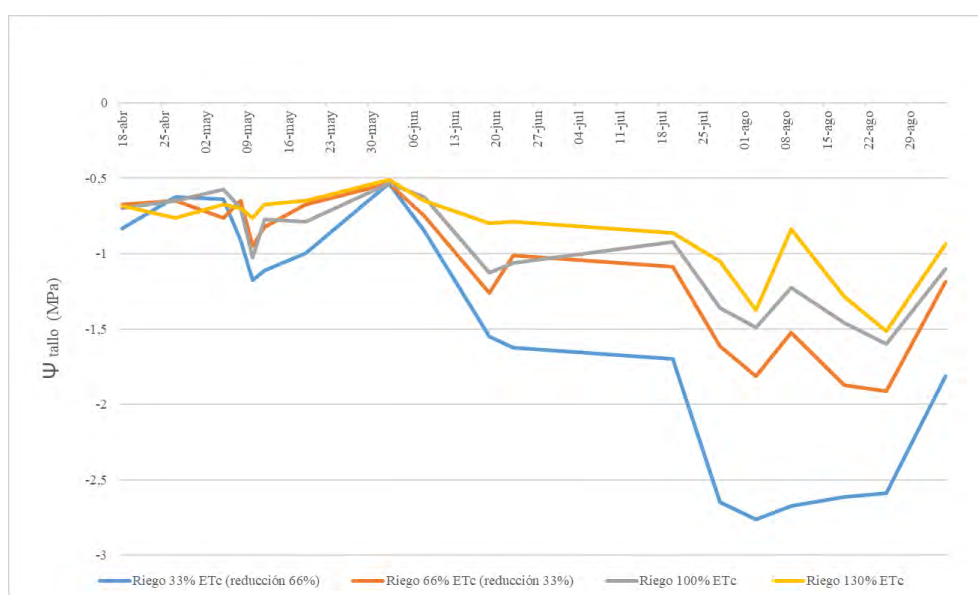


Figura 1: Cambios en el  $\Psi_{\text{tallo}}$  en los albaricoqueros de la variedad ‘Mirlo Rojo’ en los distintos tratamientos de riego: 100% riego según ETc, riego al 66% (reducción del 33% de riego), riego al 33% (reducción del 66% de riego) y riego al 130%.

## Referencias

- Scholander, P. F., Bradstreet, E. D., Hemmingsen, E. A., & Hammel, H. T. (1965). Sap Pressure in Vascular Plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. *Science*, *148*(3668), 339-346.
- Turner, N. C. (1981). Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and soil*, *58*(1-3), 339-366.

## Agradecimientos

Este estudio pertenece al programa AGROALNEXT (AGROALNEXT 2022/040), financiado por MCIN, NextGenerationEU (PRTR-C17.II) y la Generalitat Valenciana.

# DESARROLLO DE LINEAS DE TOMATA VALENCIANA MULTIRESISTENTES A ENFERMEDADES FÚNGICAS Y VÍRICAS

**María del Rosario Figàs Moreno, Miquel Martínez Busó, Ramón Gabriel Rico, Cristina Casanova Calancha, Elena Soler Calabuig, Jaime Prohens Tomás, Salvador Soler Aleixandre**

Grup de Conservació i Millora de Varietats Tradicionals Valencianes, Institut de Conservació i Millora de l'Agrodiversitat Valenciana, Universitat Politècnica de València,  
Camí de Vera 14, 46022 València

e-mail: mfimo@upvnet.upv.es

Palabras clave: tomate, mejora genética, resistencia, virus, variedades tradicionales

## Introducción y objetivo

La 'Tomata Valenciana' es una variedad tradicional valenciana con excepcionales características de calidad organoléptica y uno de los productos hortícolas más característicos de la horticultura valenciana. En los últimos años ha quedado de manifiesto la necesidad de valorizar su cultivo, de forma que el aumento tanto de la superficie cultivada como el volumen de producción sean un hecho y se consolide como uno de los productos agrarios que contribuyan de forma importante a la rentabilidad de los agricultores valencianos. Sin embargo, la incidencia de enfermedades como las causadas por el virus del mosaico del tomate (*Tomato Mosaic virus*, ToMV), el virus del bronceado del tomate (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV), hongos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) o *Verticillium* sp. (VE) y nematodos del género *Meloidogyne* constituyen una seria amenaza a la obtención de producciones reantables por parte de los agricultores (Soler et al., 2010). En este sentido, disponer de variedades de 'Tomata Valenciana' mejoradas para resistencia a estas enfermedades es estratégico para los agricultores de la "Associació de Productors i Comercialitzadors de la Tomata Valenciana" (APCTV). En este trabajo se expone el programa de mejora que se está realizando para la obtención de líneas de 'Tomata Valenciana' multirresistentes a enfermedades fúngicas y víricas. En este programa, se ha procedido a mejorar dos variedades para resistencia a ToMV, TSWV, FOL y VE.

## Material y métodos

Se emplearon las entradas SL-Meliana-1 (tipo 'Masplet') y SL-Meliana-3 (tipo 'Blanca') como parentales recurrentes de 'Tomata Valenciana' elegidos a partir de la caracterización morfológica, agronómica y de composición realizada con anterioridad. Se utilizó como parental donante la línea SOL.11.2, donante de los genes  $Tm2^2$ ,  $Sw5$ ,  $I2$  y  $Ve1$ , que confieren resistencia al virus del mosaico del tomate (*Tomato mosaic virus*, ToMV), el virus del bronceado del tomate (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y nematodos del género *Meloidogyne* respectivamente. Se ha realizado un programa de retrocruzamiento para la introgresión de estos genes de resistencia. Se pretende obtener 8 combinaciones de genes de resistencia distintas para cada variedad: una con solo  $Tm2^2$ , 3 con  $Tm2^2$  y otro gen ( $Tm2^2 + Sw5$ ,  $Tm2^2 + I2$ , y  $Tm2^2 + Ve1$ ), 3 con  $Tm2^2$  y otros dos genes ( $Tm2^2 + Sw5 + I2$ ,  $Tm2^2 + Sw5 + Ve1$ , y  $Tm2^2 + I2 + Ve1$ ), y una con las cuatro combinaciones de genes ( $Tm2^2 + Sw5 + I2 + Ve1$ ). Para la selección de las plantas portadores de los genes de resistencia en cada una de las generaciones de retrocruzamiento se emplearon marcadores moleculares para cada uno de los genes.

## Resultados y discusión

En el ciclo de primavera-verano del 2021 se realizó el cruce inicial entre las entradas SL-Meliana-1 (valenciana tipo ‘Mascler’) y SL-Meliana-3 (valenciana tipo ‘Blanca’) y la línea SOL.11.2. Se obtuvo semilla de estos cruces a finales de julio de 2021. En septiembre se pusieron plantas de los cruzamientos iniciales (CI) obtenidos con las variedades recurrentes y se comprobó que las plantas de los dos CI presentan en heterocigosis los genes *Tm-2<sup>2</sup>*, *Ve1*, *Sw5* y el *I2*. En diciembre de 2021 se disponía de las semillas del retrocruce 1 (RC1) hacia las dos entradas de ‘Tomata Valenciana’. En abril del 2022, se dispusieron en invernadero plantas de los dos RC1 y a partir de la selección de esta por marcadores se obtuvo semilla de los segundos retrocruces (RC2) en julio de 2022. En agosto de este año se prepararon semilleros de las RC2 con las dos tipologías de ‘Tomata Valenciana’. En octubre de 2022 se realizó, mediante selección asistida con marcadores moleculares, la selección de las plantas de las dos RC2 portadoras de las distintas combinaciones de genes y en diciembre de 2022 se obtuvo semilla de la RC3. Siguiendo con el programa de retrocruces, se obtuvo en julio de 2023 semillas de la RC4 y en diciembre de 2023 se obtuvo sobre plantas de RC4, portadoras de las distintas combinaciones de genes, semilla de autofecundación.

En la actualidad se dispone de semilla de plantas con cada una de las combinaciones de genes citadas con un porcentaje muy elevado de recuperación de fondo genético de la variedad tradicional (Figura 1). Esta semilla se ha puesto en semillero para su puesta en cultivo en marzo-abril de 2024. Las plantas portadoras de las distintas combinaciones de genes de resistencia en homocigosis serán seleccionadas mediante marcadores y se procederá a la obtención de semilla de autofecundación para su transferencia a los agricultores de la APCTV.



**Figura 1.** Racimo de frutos de la línea 5.25 de ‘Tomata Valenciana’ con la combinación de genes *Tm2<sup>2</sup>* + *Sw5* + *Ve1* (izquierda y centro), electroforesis con el marcador de selección del gen *Sw5* (arriba derecha) gráfico HRM del gen *Tm2<sup>2</sup>* (abajo derecha).

## Conclusiones

El desarrollo del programa de mejora descrito permitirá poner a la disposición de los agricultores valencianos variedades de ‘Tomata Valencian’ con distintas combinaciones de genes de resistencia a las enfermedades que afectan de forma importante a esta variedad tradicional. Además, el agricultor podrá elegir la combinación de genes que le sea más útil en función de que patógeno sea el que presente incidencia en su zona de cultivo.

## Referencias

Soler S., Prohens J., López C., Aramburu J., Galipienso L., Nuez F. 2010. Viruses infecting tomato in Valencia, Spain: occurrence, distribution and effect of seed origin. *Journal of Phytopathology*, 158: 797 – 805.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y está respaldado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y la Generalitat Valenciana.

# ACERCAMIENTO A LA INNOVACIÓN SOSTENIBLE AGRÍCOLA A PARTIR DE LA PREDICCIÓN DE EMISIONES BAJO EL COMPORTAMIENTO Y LA CULTURA SOSTENIBLE DESDE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO

Vanessa Zorrilla-Muñoz<sup>1,2</sup>, María Salud Justamante<sup>1</sup> y José Manuel Pérez-Pérez<sup>1</sup>

1: Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández de Elche, Avda. de la Universidad s/n, 03202 Elche, Alicante. 2: Instituto Universitario de Estudios de Género de la Universidad Carlos III de Madrid, Getafe, Madrid.  
e-mail: vzorrilla@umh.es

## Palabras clave

cambio climático, economía circular, gestión del suelo y energía, cultivos, fertilizantes y pesticidas

## Introducción y objetivo

España es uno de los principales países europeos productor de agricultura. Las condiciones climatológicas y la fertilidad de la tierra promueven que desde siglos se cultiven todo tipo de variedades, ofreciendo una gran riqueza agrícola en aumento. Según los datos disponibles en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022), si bien el número de explotaciones agrarias ha disminuido un 7,6% en el periodo 2009-2022, la superficie cultivable en España es un 0,7% superior respecto el año de base 2009<sup>i</sup>. A esto se une el hecho de que solamente en el 2022 se recogieron cerca de 3 millones de toneladas (MTn) de tomates, lo que supone aproximadamente el 26% del total de hortalizas producidas. Por su parte y en el mismo año, la producción de frutales no cítricos se acercó a 4 MTn frente a casi 6 MTn en frutales cítricos, de los cuales casi el 50% está formado por naranjo dulce. En cuanto al cultivo de olivares, se extrajeron 5 MTn de aceitunas y más de 5,5 MTn en uva de viñedo. Estos cultivos, son también mayoritarios y habituales en la Comunidad Valenciana, lo que contribuye positivamente a la economía de esta región, a pesar de la reducción del número de explotaciones y la mayor oferta de latifundios y agricultura intensiva respecto al año base en todo el territorio español.

A su vez, el cambio climático está impactando notablemente en la forma en que la agricultura se está desarrollando y aún existen muy pocos estudios que analicen si las actividades agrarias, actitudes, cultura y comportamientos de las personas agricultoras puede llegar a impactar la sostenibilidad agrícola desde una perspectiva medioambiental, social y económica. Por ello, el objetivo de este trabajo consiste en indagar en las transformaciones sostenibles y predecir el comportamiento innovador social y desde una perspectiva de género en base a las emisiones medioambientales per cápita y sobre los indicadores de la agricultura multifuncional, en concreto la gestión del suelo (fitosanitarios como fertilizantes y pesticidas) y la gestión de la energía (maquinaria eléctrica y uso de combustibles fósiles, entre otros).

## Material y métodos

Este trabajo utiliza un modelo predictivo en una serie temporal de 20 años (1990-2020) aplicando una variación de la fórmula de Tucker (1995) a partir de la variable dependiente de “emisiones medioambientales

<sup>i</sup> En el año 2009 entró en vigor el Reglamento (CE) 543, cuyo fin es establecer un marco común europeo para la elaboración de la estadística comunitaria. Por consiguiente, los datos recogidos en el 2009 son anteriores a la entrada en vigor del sistema de recogida de datos agrario.

per cápita”  $\left(\Delta \frac{\text{CO}_2}{\text{pop}}\right)$  y las variables independientes sobre “gestión del suelo” y “gestión de la energía”. El análisis se lleva a cabo a través de dos diferentes modelos que considera como variable de diferenciación principal el sexo. En el cálculo se consideran los datos de la producción agrícola no ecológica antes de la transformación y transporte para el consumo (es decir, hasta el silo) en España. Se proponen 4 modelos predictivos: desde el año 1990-2012 tanto para hombres como mujeres y desde el 1990-2020 en ambos sexos. El modelo predictivo aplicado consiste en el Garch bayesiano.

## Resultados y conclusión

Los principales resultados muestran que existe una variación temporal que pudiera afectar al modelo de predicción final. En concreto, este trabajo logra probar que las emisiones agrícolas dependen de las características sociodemográficas de las personas que trabajan en la tierra, especialmente, si son hombres o mujeres, lo que se relaciona con indicadores clave de la agricultura multifuncional (gestión del suelo y de la energía). Se confirma que las emisiones de la maquinaria se producen debido al uso estimado de productos fitosanitarios principalmente, como el uso de fertilizantes y pesticidas, además de ciertos recursos no renovables, como el consumo de combustibles fósiles. Además, los modelos corroboran que el uso de maquinaria antigua o más actual no muestra una relación directa en las emisiones per cápita. Por otra parte, si bien hasta el año 2012 no se encuentran variables diferenciadoras entre sexos, es a partir de la unificación de datos hasta el 2020 donde se observan mayores variaciones. De todo esto, se deduce que las actitudes hacia el uso responsable de la tierra y la gestión agrícola dependen principalmente de la cultura y las actitudes de las personas agricultoras, donde se pueden apreciar diferencias comportamentales por sexo y por actitudes relacionadas con la innovación sobre la gestión del suelo y energía. Con todo ello, el uso de prácticas más eficientes, innovadoras y sostenibles en la gestión del suelo (como la reducción de fertilizantes y pesticidas) contribuiría a la reducción de gases de efecto invernadero, sin considerar la dependencia del uso de maquinaria con el uso de combustibles fósiles (tractores, cosechadoras y cultivadoras). Todo ello, ayudaría a considerar políticas más respetuosas e inclusivas y la mejora de prácticas sostenibles, así como promover la mejora genética eficiente y sostenible de cultivos para la reducción de las emisiones y la huella de carbono.

## Referencias

- [1] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022). Estadísticas Agrarias. Agricultura. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/>. Consultado el 13/02/2024.
- [2] Tucker, M. (1995). Carbon dioxide emissions and global GDP. *Ecological Economics*, 15, 215-223.

## Agradecimientos

Este proyecto forma parte de las actividades de innovación dentro del Proyecto INNTA1/2022/23 "Agente de Innovación para el Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández de Elche", cofinanciado por la UE a través del Programa FEDER de la Comunidad Valenciana 2021-2027.

## ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES Y TECNOLÓGICAS DE DOS TIPOS DE *CHLORELLA VULGARIS*: GOLDEN vs GREEN

Teresa Muela<sup>1\*</sup>, Gregorio Molina<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Dolores Gil<sup>1</sup>, Pablo Gómez<sup>1</sup> y Adela Abellán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Departamento de Tecnología de la Alimentación y Nutrición (Facultad de Farmacia y Nutrición), Universidad Católica San Antonio de Murcia, Campus de los Jerónimos, 30107, Murcia, España.  
e-mail: [tmuela@ucam.edu](mailto:tmuela@ucam.edu)

**Palabras clave:** microalgas, *Chlorella vulgaris*, propiedades tecnológicas, propiedades funcionales.

**Introducción:** Las microalgas son organismos unicelulares autótrofos, marinos o de agua dulce, que han adquirido importancia a lo largo de los años por su elevada diversidad y potencial aplicación en la industria. Algunos de los usos más conocidos pertenecen a los sectores acuícola y agrícola, energético, cosmético y nutricional.

Las variedades de microalgas cultivadas a gran escala, y cuyo uso está permitido en alimentación, son limitadas y, en concreto, la *Chlorella vulgaris* está reconocida por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) para su uso culinario (Comisión Europea, 2022)

Por su elevado contenido en proteínas de origen vegetal, así como vitaminas y minerales entre otros, son consideradas de alto valor nutritivo y con múltiples propiedades beneficiosas para la salud.

Los retos sensoriales inherentes a la incorporación de *Chlorella vulgaris* green en formulaciones alimentarias, debido a su alto contenido en clorofila que otorga el característico color verde y un sabor y aroma marinos, son un factor limitante para su aplicación en la industria alimentaria. Sin embargo, la *Chlorella vulgaris* golden, debido a su técnica de cultivo específica, carece de clorofila, lo que elimina estas barreras sensoriales y amplía las posibilidades de utilización de esta microalga en la alimentación, aportando un sabor y color más discretos con ligeras variaciones en sus beneficios nutricionales y funcionales (Barkia, Saari y Manning, 2019).

Considerando lo mencionado anteriormente, es interesante considerar las microalgas como una posible alternativa a la proteína animal, saludable y económica para ser utilizada en alimentación.

**Objetivo:** caracterizar y comparar las propiedades funcionales y tecnológicas de las microalgas *Chlorella vulgaris* green y *Chlorella vulgaris* golden.

**Material y métodos:** El extracto seco se determinó según ISO 1442 estándar, y la proteína por el método Kjeldahl descrito en 928.08 de la AOAC (1997). Las propiedades tecnológicas se evaluaron a través del método empleado por Mao y Hua (2012) con ligeras modificaciones.

La actividad antihipertensiva se analizó mediante la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina-I (IECA) por el método descrito por Cusman y Cheung (1971), modificado por Miguel et al. (2004).

La actividad antioxidante se estudió por el método de la inhibición de la oxidación del radical DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) según el método aplicado por Bersuder et al. (1998) con ligeras modificaciones.

**Resultados y conclusión:** El contenido proteico es muy elevado en ambas microalgas, siendo superior en la *Chlorella vulgaris* green.

La *Chlorella vulgaris* green presenta mayor actividad antihipertensiva y antioxidante.

Tecnológicamente, ambas exhiben un comportamiento similar, aunque se observan resultados mejores en las propiedades de la *Chlorella vulgaris* green, a excepción de la estabilidad de la emulsión, la cual es

mejor en *Chlorella vulgaris* golden. Esto se traduce en un beneficio añadido a las cualidades organolépticas al formular alimentos con esta microalga, conservándose estable durante más tiempo y así alargando su vida útil.

No existen diferencias significativas en cuanto a capacidad de absorción de grasa y capacidad de retención de agua.

Además, el perfil sensorial en la *Chlorella vulgaris* golden es notablemente superior y permite la incorporación de esta variedad en un mayor número de alimentos con amplias gamas de sabores.

#### **Referencias:**

1. Comisión Europea. (2022). Consultation request for the determination of the novel food status: *Chlorella* sp. (Regulación (EU) 2015/2283). Recuperado el 10/10/2023, de [https://food.ec.europa.eu/safety/novel-food/consultation-process-novel-food-status\\_en](https://food.ec.europa.eu/safety/novel-food/consultation-process-novel-food-status_en).
2. Barkia, I., Saari, N., & Manning, S. R. (2019). Microalgae for High-Value Products Towards Human Health and Nutrition. *Marine drugs*, 17(5), 304. doi: 10.3390/md17050304.

**Agradecimientos:** Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y ha contado con el apoyo del MCIN y la CARM y la financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.II).

# MODELO DINÁMICO DEL PATOSISTEMA DE *XYLELLA FASTIDIOSA* COMO HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE LA PLAGA: UN EJEMPLO CON EL ALMENDRO EN EL NORTE DE ALICANTE

Adrián Flores-García<sup>1,2</sup>, David García-García<sup>3</sup>, Guillem Seguí<sup>1</sup>, Jesús García-Martínez<sup>1,4</sup> y Cesar Bordehore<sup>1,2</sup>

1: Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio (IMEM) “Ramon Margalef”, Universidad de Alicante. Campus San Vicente del Raspeig, 03690 Alicante, España. [adrian.flores@ua.es](mailto:adrian.flores@ua.es) [cesar.bordehore@ua.es](mailto:cesar.bordehore@ua.es)

2: Departamento de Ecología, Universidad de Alicante. Campus San Vicente del Raspeig, 03690 Alicante, España.

3: Departamento de Matemática Aplicada, Universidad de Alicante. Campus San Vicente del Raspeig, 03690, Alicante, España. [d.garcia@ua.es](mailto:d.garcia@ua.es)

4: Departamento de Fisiología, Genética y Microbiología, Universidad de Alicante. Campus San Vicente del Raspeig, 03690, Alicante, España. [jesus.garcia@ua.es](mailto:jesus.garcia@ua.es) [guillem.segui@ua.es](mailto:guillem.segui@ua.es)

**Palabras clave:** *Xylella fastidiosa*, modelo dinámico, control de plagas, enfermedades del almendro, STELLA.

## Introducción y objetivo

El almendro (*Prunus dulcis*) es una de las especies de arbolado más cultivadas alrededor del Mediterráneo (Italia, Grecia, España, etc.) y en países con clima mediterráneo. *Xylella fastidiosa* es una bacteria que se desarrolla en el xilema de multitud de especies, incluyendo olivos, viñas, cítricos, almendros y más de 400 especies silvestres y ornamentales en la UE. Los efectos de la bacteria pueden ser ligeros, afectando sutilmente al movimiento del xilema y sin síntomas aparentes, o severos cuando la obstrucción del sistema vascular puede llevar a la planta a la muerte por deshidratación<sup>1</sup>, en especial en climas con temporadas de stress hídrico. La infección se produce por la picadura de insectos vectores chupadores tras chupar savia de plantas infectadas. En nuestra área de estudio (norte de la provincia de Alicante), los insectos portadores serían *Philaenus spumarius* y *Neophilaenus campestris*<sup>2</sup>. Incorporar medidas adecuadas que ralenticen y/o controlen la expansión de la enfermedad es clave para minimizar impactos económicos y ecológicos. Algunas de las medidas usadas para evitar la propagación se basan en eliminar plantas infectadas y aquellas existentes alrededor (50m), establecer cuarentenas y controlar el tráfico entrante de plantas susceptibles, aplicación de insecticidas contra los insectos transmisores, eliminación de cubierta vegetal que sea apta para las puestas de huevos de los insectos portadores, etc.

Para poder cuantificar la eficacia de las medidas y comprar escenarios de actuación, tenemos que elaborar métodos cuantitativos. Para ello hemos creado un modelo dinámico del patosistema de *Xylella fastidiosa*, usando como ejemplo la infección del almendro en el norte de la provincia de Alicante, donde se detectó por primera vez en 2017, que nos permite recrear la evaluación de la inyección y realizar análisis de sensibilidad de diferentes variables y comparar escenarios. Este modelo incluye también la modelización del impacto económico.

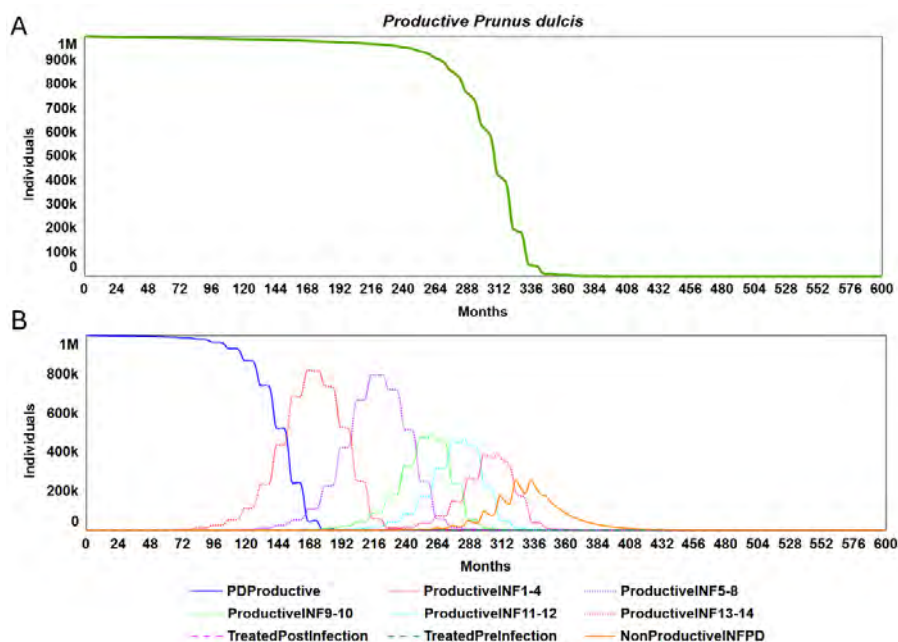
## Material y métodos

Se utilizaron datos de la Conselleria de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat Valenciana, que muestrearon 49.404 plantas y casi 2.581 insectos solo en la provincia de Alicante, entre noviembre de 2017 y marzo de 2020. La identificación de positivos en *X. fastidiosa* en plantas e insectos se realizó mediante PCR. Con estos datos, la búsqueda en la bibliografía y consultas con diferentes expertos, se diseñó un modelo dinámico programado con el software STELLA Architect ([www.iseesystems.com](http://www.iseesystems.com)). Este modelo recrea el patosistema de *X. fastidiosa* y ha sido calibrado usando datos del Valle de Guadalest, que comprende varios municipios al norte de la provincia de Alicante y una extensión de 11600 ha.



## Resultados y conclusión

El modelo incluye una población virtual de 1.000.000 de almendros, una población estable de insectos vectores, y 17 plantas silvestres y ornamentales potencialmente hospedadoras, y además cuenta con varios módulos auxiliares como el de la cobertura vegetal y el submodelo económico. Contempla las tasas necesarias para regular los ciclos de vida de las especies que forman parte de él: crecimiento, mortalidad, fecundidad, etc. Como resultado base se replicó la dinámica de una población de almendros afectada por *X. fastidiosa* (Figura 1A), distribuyendo los almendros en 7 clases, en las que según avanza la enfermedad con el paso de los años (Figura 1B) *X. fastidiosa* provoca una bajada de la productividad de los almendros.



**Figura 1.** (A) Evolución del número de almendros productivos durante 25 años ( $dt=1$  mes), y (B) Evolución de los diferentes stocks de almendros según su productividad (en base a cuándo fue infectado el árbol) y tiempo desde su infección (marcada con el número de años al final del nombre de cada variable). PD = *Prunus dulcis* y INF= infectado.

Los resultados muestran que la dinámica de la infección observada (una aparente rápida infección de almendros con síntomas y bajada brusca de la productividad) sólo es compatible con una entrada de la infección varias décadas antes, y no con una entrada cercana en el tiempo.

## Referencias

1. Landa, B.B., Marco-Noales, E., Milagros López, M., 2017. Enfermedades causadas por la bacteria *Xylella fastidiosa*, BMC Public Health.
2. Cornara, D., Cavalieri, V., Dongiovanni, C., Altamura, G., Palmisano, F., Bosco, D., Porcelli, F., Almeida, R.P.P., Saponari, M., 2017. Transmission of *Xylella fastidiosa* by naturally infected *Philaenus spumarius* (Hemiptera, Aphrophoridae) to different host plants. J. Appl. Entomol. 141, 80–87. <https://doi.org/10.1111/jen.12365>

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el programa AGROALNEXT (Proyecto AGROALNEXT/2022/066 “Uso de endolisinas fágicas para la optimización del control integrado de *Xylella fastidiosa*”, dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR)- Next Generation EU de agroalimentación.

Gracias a Eduardo Moralejo (TRAGSA-Islas Baleares), Blanca Landa (CSIC) y Antonio Vicent (IVIA) por su tiempo, consejos y conocimientos sobre *Xylella fastidiosa*, y por su ayuda en la mejora del modelo y adecuación para un mayor parecido con la situación real en este campo de estudio.

# LA INCLUSIÓN DE HASTA EL 15 % DE ORUJO BLANCO EN LA RACIÓN DE GANADO CAPRINO MANTIENE LA PRODUCCIÓN Y MACRO-COMPOSICIÓN DE LECHE

Marina Gálvez-López<sup>1\*</sup>, Amparo Roca<sup>1</sup>, J. Carolina Andrade<sup>2</sup>, Gema Romero<sup>1</sup> y José Ramón Díaz<sup>1</sup>

1: Instituto de Investigación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH), Universidad Miguel Hernández de Elche. Ctra. De Beniel, km 3.2, 03312 Orihuela (Alicante).

2: Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46022 Valencia

e-mail: marina.galvezl@umh.es

**Palabras clave:** economía circular, subproducto, extracto quesero, funcional, sostenible

## Introducción y objetivo

Dentro de la estrategia de ODS 2030 de la ONU, la valorización de subproductos y la reducción de insumos para la producción de alimentos de alto valor biológico es una prioridad. El objetivo de este experimento fue estudiar el efecto de la inclusión de diferentes proporciones del subproducto orujo de uva blanca de vinificación ensilado en la dieta del ganado caprino sobre la producción diaria individual de leche y su macro-composición, así como el efecto en el peso vivo de los animales.

## Materiales y métodos

Se desarrolló un experimento en el que se testó la inclusión de orujo de uva blanca de vinificación ensilado en la dieta del ganado caprino en las siguientes proporciones: 5, 10, 15% MS de la dieta. Las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas y se compararon con una dieta testigo convencional que incluía heno de alfalfa y pienso compuesto concentrado (0% subproducto). Ocho semanas después del parto, se realizó un muestreo preexperimental en un lote de 120 animales que estaban alimentados con la dieta convencional de las que se seleccionaron 80 cabras que se dividieron en 8 grupos de 10 animales cada uno (4 tratamientos x 2 lotes) de características homogéneas en cuanto a nº parto, peso vivo, producción de leche, y recuento de células somáticas (RCS). Los animales tuvieron un periodo de 1 semana de adaptación al lote, y seguidamente se comenzaron los tratamientos con una duración de 8 semanas (2 semanas de adaptación a los tratamientos antes de inicio de muestreos). Tras 2 semanas de adaptación al tratamiento, se determinó quincenalmente la evolución del peso vivo, producción (Lactocorder, WMB AG, Suiza), y composición de la leche (grasa, proteína bruta, extracto quesero diario, MilkoScan FT6000, Foss Dinamarca) y recuento de células somáticas (Fossomatic 5000, Foss, Dinamarca). Las variables se analizaron mediante un modelo lineal mixto (Proc. Glimmix, SAS v9.4), considerando el efecto de la covariable en el muestreo pre-experimental, el tratamiento (4 niveles), muestreo experimental (4 niveles) y su interacción (16 niveles) y el lote(trat). El animal fue considerado como efecto aleatorio, considerando una estructura de covarianza de simetría compuesta, para considerar la correlación de las medidas repetidas (menor AIC y BIC).

## Resultados y discusión

El efecto de la covariable fue significativo en todas las variables, el muestreo fue significativo en todas las variables, excepto en el RCS, mientras que el tratamiento solo fue significativo en el peso vivo. La

interacción del tratamiento con el muestreo no resultó significativa, ni el lote anidado al tratamiento. Tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1. Resultados del análisis estadístico de las variables estudiadas

VARIABLE	MUESTREO		TRATAMIENTO		TRATAMIENTO *MUESTREO		LOTE(TRAT)		COVARIABLE	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
<b>Producción</b>	5,60	0,001	1,11	0,352	0,71	0,7034	0,52	0,7189	420,93	<0,001
<b>Peso vivo</b>	24,86	<0,001	5,43	0,0019	0,69	0,7186	0,69	0,0603	399,86	<0,001
<b>Grasa bruta</b>	42,63	<0,001	0,91	0,4377	0,82	0,5963	1,01	0,4064	35,08	<0,001
<b>Proteína bruta</b>	96,80	<0,001	0,40	0,756	0,98	0,4591	0,52	0,7217	303,06	<0,001
<b>Lrscs</b>	0,42	0,7403	2,63	0,0557	0,96	0,4714	1,09	0,3654	121,06	<0,001
<b>Equesero/día</b>	46,71	<0,001	1,00	0,3958	1,00	0,4394	0,15	0,9603	230,55	<0,001

LRCS: Logaritmo del recuento de células somáticas

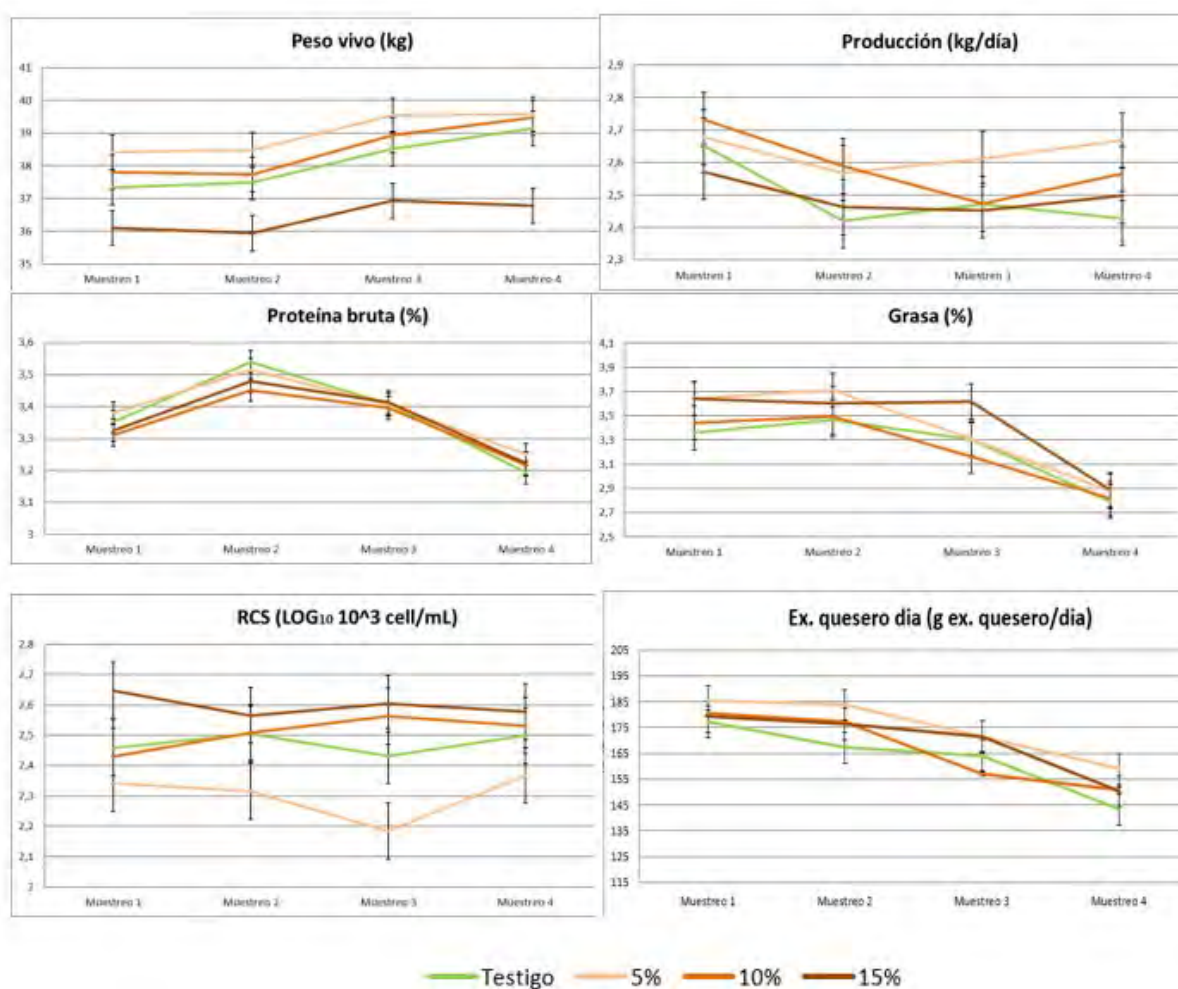


Figura 1. Efecto del tratamiento a lo largo del experimento en las variables estudiadas (lsmeans  $\pm$ SE) Se concluye que la inclusión del ensilado del subproducto orujo de uva blanca de vinificación ensilado en la dieta de caprino lechero de hasta un 15% de materia seca, no causa diferencias relevantes en las variables estudiadas, por lo que es una materia prima de bajo coste a considerar en la formulación de dietas. Este trabajo se completará con un estudio durante una lactación completa, con objeto de conocer los efectos que puedan aparecer a largo plazo.

**Agradecimientos.** Proyecto AGROALNEXT, MCIN, Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y Generalitat Valenciana.

# OPTIMIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE ENCAPSULACIÓN DEL ÁCIDO SALICÍLICO PARA UN ESCALADO INDUSTRIAL SOSTENIBLE

Jimmy Sampedro-Guerrero<sup>1,2</sup>, Vanessa A. Avendaño<sup>1,2</sup>, Andrea Dalmau-Balaguer<sup>1</sup>, Aurelio Gómez-Cadenas<sup>1</sup>, Carolina Clausell-Terol<sup>2</sup>.

1: Departamento de Biología, Bioquímica y Ciencias Naturales, Universitat Jaume I, 12071 Castellón de la Plana, Spain

e-mail: jsampedr@uji.es

2: Departamento de Ingeniería Química, Instituto Universitario de Tecnología Cerámica, Universitat Jaume I, 12071 Castellón de la Plana, Spain

**palabras clave:** diseño factorial, fitohormonas, quitosano, secado por pulverización, sílice amorfa

## • Introducción y objetivo

El cambio climático conduce a alteraciones extremas en el clima, incluyendo períodos de frío intenso, sequías, olas de calor, lluvias extremas e inundaciones. Estos eventos desfavorables pueden afectar a las plantas, alterando su tasa de crecimiento y desarrollo. La percepción de estímulos externos está regulada por fitohormonas, entre ellas el ácido salicílico (SA), que regulan respuestas de crecimiento y defensa. Las fitohormonas encapsuladas han ganado atención como un novedoso tratamiento paliativo para las plantas sometidas a estrés ambiental. Existen varios métodos para encapsular biomoléculas, y entre ellos, la atomización de suspensiones ha surgido como un proceso especialmente atractivo.

En un estudio previo realizado en el Grupo de Ecofisiología y Biotecnología de la Universitat Jaume I, se formularon muestras encapsuladas de SA con sílice/quitosano en diferentes proporciones, y se analizaron sus características físico-químicas, dando como resultado un prometedor producto antifúngico. Sin embargo, se desconoce si la temperatura de pulverización afecta a la estructura y propiedades del SA. Por tanto, este estudio tiene como primer objetivo, formular muestras encapsuladas de SA utilizando un solvente orgánico para reducir la temperatura de trabajo durante la etapa de atomización.

El segundo objetivo se centra en optimizar las dos operaciones unitarias implicadas en el proceso de encapsulación: molienda vía húmeda y secado por atomización. Para ello, se emplea un diseño experimental con un análisis factorial fraccionado de dos niveles para analizar el impacto de las variables clave del proceso: i) contenido en sólidos, ii) velocidad de molienda, iii) tiempo de molienda, iv) temperatura de secado, v) velocidad de alimentación de la suspensión y vi) flujo de aire de secado. El objetivo general es discernir las variables que afectan en mayor medida al proceso y determinar sus valores óptimos para el proceso de encapsulación. Esta optimización tiene un doble propósito: reducir el consumo energético y minimizar la huella ambiental del proceso a escala industrial.

## • Material y métodos

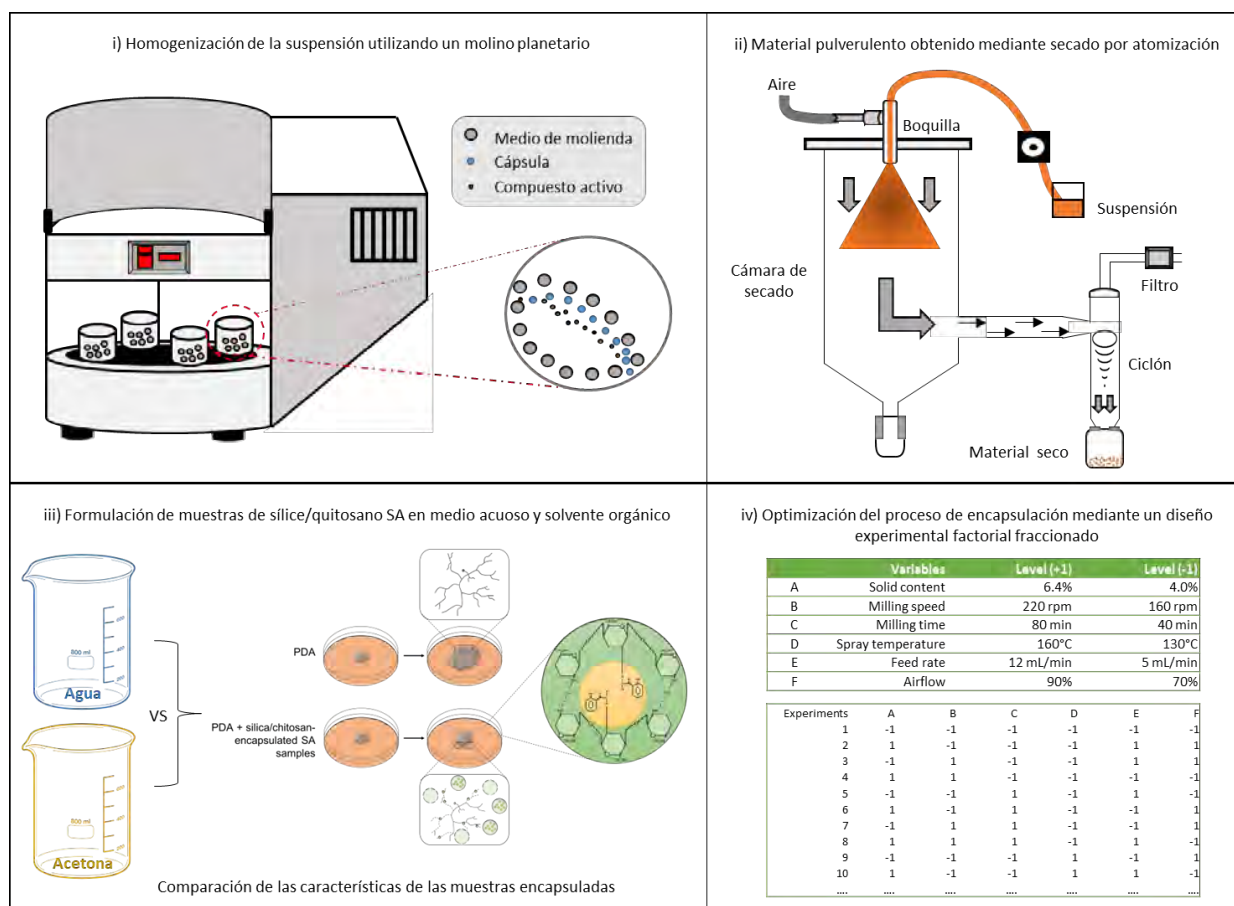


Figura 1. Metodología general empleada

## • Resultados y conclusión

Los resultados revelan que no es necesario usar un solvente orgánico para reducir la temperatura durante la atomización, puesto que el potencial antifúngico de las muestras de SA encapsulados no mejoró. Los encapsulados formulados con acetona inhibieron de manera efectiva el crecimiento micelial de *Alternaria alternata* y *Penicillium digitatum* en aproximadamente un 50%.

Por otro lado, la optimización del proceso de encapsulación reveló que las variables más influyentes son el contenido en sólidos y la velocidad y tiempo de molienda. Estas tres variables desempeñan un papel crucial en la homogeneización del material y condicionan el desgaste por molienda. Un contenido en sólidos bajo, junto a una mayor velocidad y tiempo de molienda, sobredimensiona el rendimiento y la eficiencia de encapsulación, afectando asimismo a la humedad y la superficie específica de los encapsulados.

De la misma forma, la velocidad de alimentación, el flujo de aire y la temperatura de pulverización son críticos para el secado adecuado de las suspensiones. Una velocidad de alimentación rápida, combinada con un bajo flujo de aire, no proporciona el tiempo necesario para un secado adecuado del material, lo que conduce a su adherencia a las paredes. Estas complicaciones durante el proceso de atomización se traducen en valores bajos en la eficiencia de encapsulación del SA y la disminución de su efecto antifúngico.

El diseño experimental factorial fraccionado permitió optimizar las variables del proceso, mejorando la encapsulación y las propiedades finales de los encapsulados. Estos resultados son un punto de partida valioso para formular otras moléculas derivadas de plantas que tiene un papel crucial en la tolerancia al estrés.

## • Agradecimientos

This study forms part of the AGROALNEXT programme (AGROALNEXT/2022/010) and was supported by MCIN with funding from European Union NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) and by Generalitat Valenciana.

# UTILIZACIÓN DE HABAS FERMENTADAS (*Vicia faba L.*) PARA LA PRODUCCIÓN DE SNACKS RICOS EN PROTEÍNAS

Kateryna Khvostenko<sup>1\*</sup>, Sara Muñoz-Pina<sup>1</sup>, Jorge García-Hernández<sup>2</sup>, Ana Heredia<sup>1</sup>, and Ana Andrés<sup>1</sup>

1: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos (FoodUPV), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain.  
e-mail: kkhvost@upvnet.upv.es

2: Centro Avanzado de Microbiología de Alimentos (CAMA), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain.

**Palabras clave:** habas, fermentación, snacks, evaluación sensorial.

**Introducción.** Hoy en día, la prevalencia de la obesidad y el sobrepeso infantil es una de las mayores preocupaciones de la sociedad moderna. Teniendo en cuenta que los alimentos frecuentemente consumidos en almuerzos y meriendas suelen presentar un perfil nutricional poco saludable, se requiere rediseñar este tipo de alimentos para reducir los hidratos de carbono de acción rápida y las grasas saturadas a la par que aumentar el contenido en proteína vegetal con potencial saciante. Esto debe ir acompañado de un conjunto de estrategias para modificar las preferencias alimentarias de los niños y conseguir su adherencia a un patrón de alimentación más saludable. Teniendo como referencia estudios previos, las habas podrían considerarse un valioso ingrediente para aumentar el consumo de proteínas vegetales y mejorar el valor nutricional entre otros ingredientes ricos en proteínas. Así pues, el objetivo de este estudio fue desarrollar snacks a base de habas (*Vicia faba L.*) fermentadas y otras fuentes alternativas de proteínas que puedan incluirse con éxito en la dieta de los niños.

**Material y métodos.** Todos los ingredientes se adquirieron en comercios locales de Valencia (España). Para el proceso de fermentación en estado sólido de las habas se utilizó la cepa *Pleurotus ostreatus* (CECT20311) siguiendo la metodología empleada en Sanchez-García et al. (2023) [1]. La producción de las barritas siguió el proceso tecnológico típico de este tipo de producto. Para desarrollar las barritas a base de habas fermentadas, se utilizaron además copos de avena (CA), espelta inflada (EI) y quinoa inflada (QI). Los productos fueron evaluados sensorialmente por un panel de 20 consumidores expertos mediante una prueba sensorial utilizando una escala hedónica de 9 puntos sobre aspecto, color, aroma, textura, pegajosidad, sabor y agrado general. Adicionalmente, se evaluó el color de las barritas con un espectrocolorímetro (Minolta, CM-3600D).

**Resultados.** La Tabla 1 muestra los resultados de la evaluación sensorial, teniendo en cuenta todos los parámetros evaluados por los panelistas. No se detectaron diferencias significativas ni en el sabor ni en el aroma de las barritas en función de si estaban formuladas con avena, espelta o quinoa.

**Tabla 1. Aceptabilidad sensorial de las barritas a base de habas.**

Muestra	Dureza	Crujencia	Masticabilidad	Gomosidad	Sabor	Aroma	Apariencia
CA	7.19±0.10 <sup>a</sup>	6.23±0.12 <sup>b</sup>	6.90±0.15 <sup>a</sup>	7.07±0.18 <sup>a</sup>	7.40±0.11 <sup>a</sup>	8.50±0.15 <sup>b</sup>	7.12±0.10 <sup>b</sup>
QI	8.03±0.21 <sup>b</sup>	8.03±0.21 <sup>a</sup>	6.75±0.10 <sup>a</sup>	6.25±0.08 <sup>b</sup>	8.10±0.19 <sup>b</sup>	8.20±0.20 <sup>a</sup>	8.27±0.15 <sup>a</sup>
EI	4.62±0.20 <sup>c</sup>	2.1±0.06 <sup>c</sup>	5.27±0.20 <sup>b</sup>	7.60±0.11 <sup>a</sup>	7.25±0.08 <sup>a</sup>	8.09±0.19 <sup>a</sup>	5.89±0.20 <sup>c</sup>

Al mismo tiempo, los resultados obtenidos revelaron que la incorporación de copos de espelta o

avena influye negativamente en la textura y la percepción general de las barritas a base de habas fermentadas en comparación con las de quinoa inflada. Las muestras basadas en la mezcla desarrollada de habas fermentadas + quinoa inflada mostraron las puntuaciones de aceptación organoléptica más altas en comparación con otras muestras y los panelistas las prefirieron a las otras.

El color de la barra se vio afectado por los diferentes componentes, dando lugar a una superficie heterogénea por lo que el parámetro medido tiene una gran variabilidad. Comparando los datos, el valor de  $L^*$  (una medida del brillo) fueron de  $33,99 \pm 0,6$  ( $p < 0,05$ ),  $-32,54 \pm 0,2$  y  $27,59 \pm 0,35$ , para las muestras QI y para la CA y EI respectivamente. Además, las muestras con quinoa inflada se caracterizaron por un valor de  $b^*$  más alto (nivel de tonalidad amarilla); concretamente, los valores fueron  $19,55 \pm 0,25$  para QI,  $17,52 \pm 0,2$  para CA y  $14,70 \pm 0,5$  para EI. La reducción de los valores  $L^*$  y  $b^*$  indican el oscurecimiento de las barritas a base de habas con espelta hinchada, lo que concuerda con lo indicado por Jozinović A. et al. [2] para los productos extruidos con harina de espelta.

Teniendo en cuenta que el análisis sensorial mostró una mayor preferencia por la mezcla desarrollada de habas y quinoa inflada se plantea continuar el desarrollo de este tipo de snack utilizando esta formulación. Cabe mencionar que, según las recomendaciones de la EFSA para la ingesta nutricional de niños y adolescentes, el consumo de 100 g del snack desarrollado a base de habas fermentadas y quinoa inflada puede satisfacer las necesidades diarias de proteínas entre un 95,4 y un 26,1 % para niños de entre 4 a 16 años, respectivamente.

**Conclusión.** Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se demostró el potencial del uso de habas fermentadas en la fabricación de nuevos snacks. Se desarrolló la receta básica de las barritas enriquecidas con ingredientes altos en proteínas vegetales. El análisis sensorial mostró una gran aceptabilidad de las muestras desarrolladas.

#### Referencias.

1. Sánchez-García, J., Muñoz-Pina, S., García-Hernández, J., Heredia, A., & Andrés, A. (2023). Impact of Air-Drying Temperature on Antioxidant Properties and ACE-Inhibiting Activity of Fungal Fermented Lentil Flour. *Foods*, 12(5), 999.
2. Jozinović, A., Šubarić, D., Ačkar, Đ., Babić, J., & Miličević, B. (2016). Influence of spelt flour addition on properties of extruded products based on corn grits. *Journal of food engineering*, 172, 31-37.

**Agradecimientos.** This study forms part of the AGROALNEXT programme and was supported by MCIN with funding from European Union NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) and by Generalitat Valenciana. Also, the authors are grateful for a grant called “Initiative: reception of Ukrainian research personnel in the Valencian R+D+I system” from Generalitat Valenciana, Spain and financial support from Post-doctoral Grant (PAID-10-21) and Postdoctoral Research Fostering Grant (PAID-PD-22) from the Vicerrectorado de Investigación (Universitat Politècnica de València).

# EFEECTO DEL ESTRÉS TÉRMICO SOBRE LA TEMPERATURA CORPORAL EN CONEJO

Serrano-Jara D<sup>1\*</sup>, Biada I<sup>2\*</sup>, Argente MJ<sup>1</sup>, Santacreu, MA<sup>2</sup> y García ML<sup>1</sup>

1: Instituto CIAGRO-UMH, Ctra. Beniel km 3.2, 03312 Alicante.

2: ICTA, Universitat Politècnica de València, Valencia

Serrano-Jara Daniel: d.serrano@umh.es

**Palabras claves:** Conejo, estrés, longevidad, resiliencia, termografía de infrarrojo.

## Introducción

En la actualidad, la industria cunícola está cada vez más interesada en tener no sólo animales altamente productivos, sino también animales con una mayor capacidad de adaptación tanto a los cambios de manejo o de alimentación como a la exposición a altas temperaturas o agentes patógenos. La longevidad y homogeneidad en el tamaño de camada se han propuesto como criterios de selección para mejorar directamente esta capacidad de adaptación del animal a estos desafíos ambientales. En la Universitat Politècnica de València se seleccionan las líneas A y B. La línea B es una línea materna fundada a partir de embriones de hembras de líneas comerciales que tuvieron como mínimo 25 partos y 7.5 gazapos nacidos vivos (Theilgaard *et al.*, 2007) y presenta una mayor longevidad que la línea A. Ambas líneas son seleccionadas por tamaño de camada al destete y son altamente productivas. En la Universidad Miguel Hernández se seleccionan divergentemente por resiliencia las líneas L (homogénea para el tamaño de camada) y H (heterogénea para el tamaño de camada).

Existen diversos métodos para evaluar la respuesta al estrés en un animal. La termografía de infrarrojos (TIR) es un método rápido, no invasivo y eficaz para medir el calor desprendido por un animal. El globo ocular ha sido descrito como una región anatómica adecuada para la evaluación de la respuesta térmica al estrés.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del estrés térmico en la temperatura corporal de líneas de conejo con diferente longevidad o resiliencia en dos momentos reproductivos estresantes.

## Material y métodos

Experimento 1: Se midió la temperatura del globo ocular mediante TIR en 35 hembras de la línea A y 43 de la línea B. La temperatura se tomó a las 24 horas después del primer parto con un termógrafo “Testo Irsoft” y se procesaron con el software Irsoft versión 1.7.0.

Experimento 2: Se midió la temperatura en 90 machos pertenecientes a la 17<sup>a</sup> generación de las líneas L y H un minuto después de la extracción de un eyaculado. Se utilizó una cámara termográfica @FLIR SC660 y se procesaron con el software @ThermaCAM Researcher Pro 2.10.

Ambos experimentos se llevaron a cabo en verano de 2023. Se registró la temperatura y la humedad relativa ambiental y se calculó el índice de temperatura/humedad (ITH, Marai *et al.*, 2001) Un valor para ITH por debajo de 27,8 indicaría ausencia de estrés por calor (confort), en el rango de 27,8 a 28,9 indicaría estrés por calor (estrés) y por encima de 28,9 indicaría un estrés térmico severo (estrés severo).



Para cada experimento el modelo incluyó el efecto de línea, de ITH y su interacción. En el experimento 1 el efecto ITH tenía 3 niveles (confort, estrés y estrés severo) y la interacción 6 niveles, mientras que el experimento 2, el efecto ITH tenía 2 niveles (confort y estrés) y la interacción 4 niveles. Se utilizó el programa Rabbit para realizar los análisis estadísticos bayesianos.

## Resultados

Las diferencias estimadas entre las líneas para los diferentes niveles del índice ITH se presenta en la tabla 1. No se han encontrado diferencias de temperatura entre las líneas A y B, con diferente longevidad, en las diferentes condiciones de estrés térmico, pues las diferencias son cercanas a cero y los intervalos de confianza muy grandes. Para las líneas seleccionadas por resiliencia, no hay diferencias entre las líneas en el periodo de confort térmico. Sin embargo, la línea H presenta 0.23°C más que la línea L (P = 92%) en estrés térmico.

**Tabla 1.** Parámetros de la distribución marginal posterior de la diferencia estimada entre las líneas A y B y las líneas L y H en función del ITH para la temperatura del ojo (°C) medida por termografía de infrarrojos.

Líneas		B	A	Diferencia	sd	HPD <sub>95%</sub>	P (%)
<b>B-A</b>	Confort	37.50	37.51	-0.01	0.21	-0.44; 0.42	52
	Estrés	37.64	37.62	0.01	0.31	-0.58; 0.63	52
	Estrés severo	37.64	37.76	-0.11	0.52	-1.21; 0.90	59
		L	H				
<b>L-H</b>	Confort	37.23	37.20	0.03	0.14	-0.26; 0.3	59
	Estrés	37.75	37.98	-0.23	0.16	-0.56; 0.08	92

sd: Desviación Estándar, HPD<sub>95%</sub>: Intervalo de confianza al 95%, P: Probabilidad de que la diferencia sea mayor que 0 si la diferencia es positiva o menor que 0 si la diferencia es negativa.

En conclusión, la respuesta al estrés térmico en conejo difiere en función del origen genético de los animales.

## Referencias

Marai IFM, Ayyat MS, Abd El-Monem UM. 2001. Growth performance and reproductive traits at first parity of New Zealand white female rabbits as affected by heat stress and its alleviation under Egyptian conditions. *J Trop Anim Health Prod* 33:1–12.

Theilgaard P, Sánchez JP, Pascual JJ, Berg P, Friggens NC, Baselga M. 2007. Late reproductive senescence in a rabbit line hyper selected for reproductive longevity, and its association with body reserves. *Genet Sel Evol* 39, 207-223.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/037) y ha sido financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.

## EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN SOBRE LA VIABILIDAD Y EL ESTRÉS OXIDATIVO EN SEMEN REFRIGERADO DE CAPRINO

Maren Brüggemann<sup>1,2</sup>, Lydia Martínez-Rodrigo<sup>1</sup>, Sabrina Gacem<sup>3</sup>, Inés C. Esteve<sup>4</sup>, Amparo Martínez-Talaván<sup>4</sup>, Eva Mocé<sup>4</sup>, Miguel A. Silvestre<sup>1\*</sup>

1: Departamento de Biología Celular, Biología Funcional y Antropología Física, Universitat de València, 46100, Valencia, España.

E-mail: miguel.silvestre@uv.es

2: Institute of Biology, Universität Leipzig, Talstr., 33, 04103, Leipzig, Germany.

3: Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Barcelona, España.

4: Centro de Investigación y Tecnología Animal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 12400, Segorbe, España.

**Palabras clave:** semen, caprino, citometría, viabilidad, estrés oxidativo

### Introducción y objetivo:

En ganado caprino, hay un predominio del uso de dosis de semen refrigeradas sobre las congeladas para la inseminación artificial, debido a que las tasas de fertilidad obtenidas con el semen refrigerado son más elevadas que si se usa el semen congelado. Para incrementar el tiempo de conservación de las dosis de semen refrigeradas es necesario reducir la tasa metabólica y esto se consigue fácilmente reduciendo la temperatura de conservación desde temperatura corporal hasta temperaturas de 17 °C a 4 °C, dependiendo de la especie. En ganado caprino, la temperatura de conservación habitual es 4 °C y, para ello, es necesario usar diluyentes que protejan a las membranas frente a los choques térmicos debido a que conforme disminuye la temperatura de conservación también se producen alteraciones en las membranas plasmáticas tanto más graves cuanto menor es la temperatura de conservación. Así, para minimizar los daños y proteger a las membranas se suelen usar diluyentes a base de leche desnatada o de yema de huevo para la preparación de las dosis refrigeradas. Por otra parte, las dosis refrigeradas en esta especie se inseminan el mismo día que son producidas, porque la calidad y fertilidad espermáticas disminuyen conforme se incrementa el tiempo de conservación (Leboeuf et al., 2000). Esto supone un problema para el envío de dosis a distancias medias-largas siendo deseable el desarrollo de diluyentes y protocolos de refrigeración que permitan aumentar el tiempo de conservación de estas dosis.

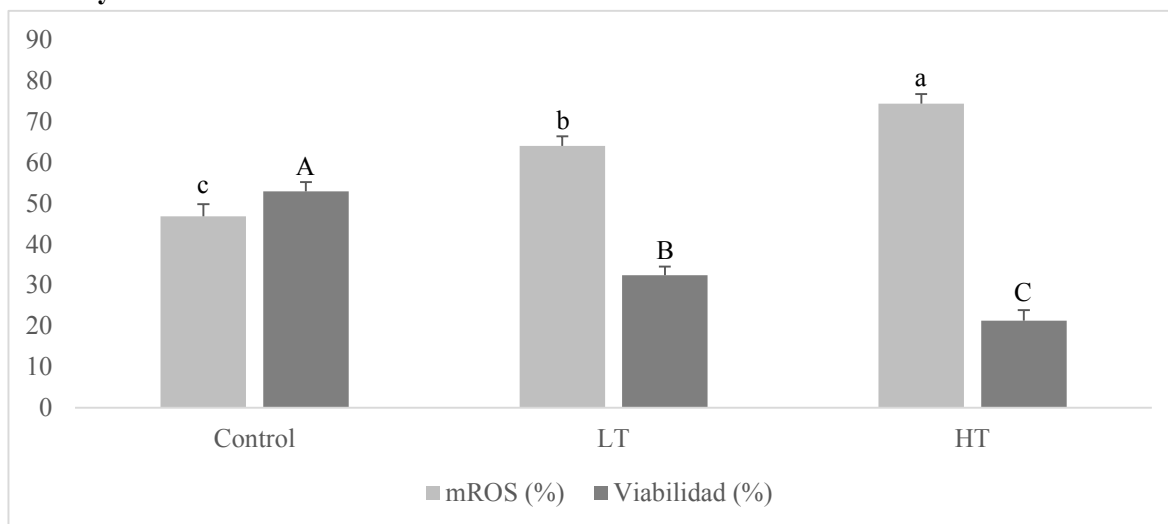
El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto que tiene la temperatura de conservación (17 °C o 4 °C) sobre las dosis refrigeradas de machos cabríos preparadas con un diluyente base leche desnatada y conservadas durante 48 h.

### Material y métodos:

El semen se obtuvo de machos adultos de la raza Murciano-Granadina alojados en el CITA-IVIA, en Segorbe (Castellón). Se hicieron mezclas heteroespéricas de eyaculados ( $n = 7$ ) y se eliminó el plasma seminal mediante centrifugación (2x, 500g, 15 min, 22-25 °C) para posteriormente diluir los espermatozoides hasta una concentración de  $560 \times 10^6/\text{mL}$  en un diluyente basado en leche desnatada. A continuación, las muestras se dividieron en dos grupos que fueron refrigeradas hasta alcanzar las temperaturas de 4 °C (LT) o 17 °C (HT) y se conservaron a estas temperaturas durante 48 h. Se evaluaron la viabilidad y el estrés oxidativo mitocondrial de los espermatozoides en el momento de la recogida (Control), a las 24 h y 48 h tras conservar las muestras a 4 °C (LT; incluye los valores a 24 h y 48 h) o 17 °C (HT; incluye los valores a 24 h y 48 h). La viabilidad y el

estrés oxidativo mitocondrial (mROS) se analizaron mediante citometría de flujo utilizando las tinciones fluorescentes DAPI (para evaluar la viabilidad espermática) y MitoSOX (para evaluar el mROS). Esta mezcla se añadió a 5  $\mu$ L de muestra y todo ello se diluyó con PBS hasta alcanzar un volumen de 200  $\mu$ L. Se analizaron un mínimo de 10.000 células por muestra mediante un citómetro de flujo BD LSRFortessa equipado con cinco láseres (UV, que detecta longitudes de onda de 355 nm, violeta de 405 nm, azul de 488 nm amarillo-verde de 561 nm, y rojo de 640 nm) y controlado con un software FACSDiva 8. Los resultados obtenidos para las dos variables se analizaron mediante un modelo lineal generalizado de un factor (control, LT, HT) con el software SPSS.

### Resultados y conclusión:



**Figura 1:** Efecto de la temperatura de conservación sobre la viabilidad y el estrés oxidativo mitocondrial (mROS) de espermatozoides de machos cabríos conservados en refrigeración LT (4 °C) o HT (17 °C) durante 48 h. Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ ), utilizándose las minúsculas para mROS (a, b, c) y las mayúsculas para la viabilidad (A, B, C).

Se observaron diferencias significativas entre LT y HT para los dos parámetros. Los valores iniciales de mROS fueron de 46,9%. Tras el almacenamiento incrementaron hasta un 64,1% y un 74,4% para LT y HT, respectivamente. Las tasas de viabilidad decayeron desde un 53,0% antes del almacenamiento hasta un 32,5% (LT) y un 21,3% (HT). Aunque existen diferencias significativas entre el control y los dos grupos experimentales, es importante destacar que el tiempo no fue un factor a tener en cuenta para el análisis estadístico.

Los resultados demuestran un posible efecto positivo de la refrigeración LT en comparación con la HT. A pesar de que el choque térmico a 4 °C es mayor que a 17 °C, la conservación a 4 °C reduciría el metabolismo celular provocando una menor producción de ROS y menor mortalidad en comparación con la refrigeración a 17 °C. Estos datos abren la puerta a nuevas posibilidades de conservación seminal, permitiendo a los ganaderos incrementar el tiempo de conservación sin comprometer la calidad espermática.

### Referencias:

Leboeuf, B., Restall, B., Salamon, S. (2000). Production and storage of goat semen for artificial insemination. *Animal Reproduction Science* 62(1):113-141. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00156-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00156-1)

### Agradecimientos:

Este estudio forma parte del proyecto AGROALNEXT2022/063 y ha sido parcialmente financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana (GVA). El estudio también ha sido parcialmente financiado por la GVA (CIAICO2022/174), GVA-IVIA y cofinanciado por la UE a través del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2021-2027 (IVIA 52201-K, Proyecto AGROALIMVAL), AMURVAL (número de contrato 71714).

# ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA RADICULAR EN UNA COLECCIÓN DE ENTRADAS ANCESTRALES DE TOMATE

María Salud Justamante<sup>1</sup>, Adrián Luque<sup>1</sup>, José Miguel Blanca Postigo<sup>2</sup>, Joaquín Cañizares<sup>2</sup> y José Manuel Pérez-Pérez<sup>1\*</sup>

1: Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández de Elche, Avda. de la Universidad s/n, 03202 Elche, Alicante. 2: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV-UPV), Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia  
e-mail: mjustamante@umh.es

## Palabras clave

Raíces adventicias, regeneración, hidroponía, ideotipos radiculares, *Solanum lycopersicum*

## Introducción y objetivo

El sistema radicular es crucial para la supervivencia de las plantas, ya que además de anclaje al sustrato proporciona la adquisición de agua y nutrientes necesarios para su desarrollo. Las plantas son capaces de modular su arquitectura radicular para mejorar la adquisición de recursos y adaptarse a las condiciones cambiantes del ambiente. Por ejemplo, las raíces más profundas permiten una mejor absorción de agua, mientras que los sistemas radiculares más densos pueden captar más nutrientes [1]. La capacidad de las plantas para adaptarse a diferentes condiciones está determinada por la modulación de la forma, estructura y configuración espacial de la arquitectura de su sistema radicular.

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las especies vegetales de mayor relevancia en la producción hortícola a nivel mundial. El estudio de la variación de rasgos fenotípicos en entradas de tomate silvestres, semidomesticadas y ancestrales ofrece una importante herramienta para comprender los mecanismos que modulan los procesos de adaptación a través del sistema radicular. La colección 'Varitome' incluye cientos de entradas que representan la variabilidad genética y morfológica de esta especie en sus centros de origen y domesticación [2], suponiendo una colección de interés para el estudio de la variabilidad natural presente en la arquitectura del sistema radicular.

El incremento de la eficiencia del sistema radicular es un objetivo atractivo en programas de mejora vegetal, debido a sus numerosos beneficios para la productividad de cultivos; como la reducción de riego y fertilizantes o el crecimiento en condiciones subóptimas. La detección de ideotipos radiculares ventajosos para el crecimiento de las plantas de tomate y el estudio de los mecanismos moleculares que los modulan constituye el objetivo fundamental de este proyecto, siendo de utilidad para el desarrollo de variedades resistentes a los efectos del cambio climático.

## Material y métodos

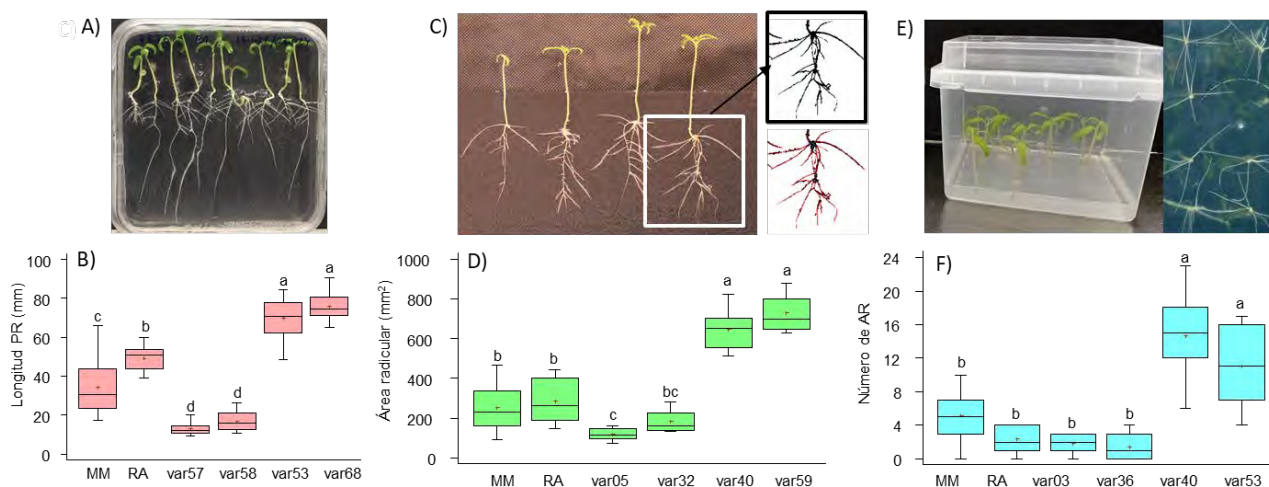
En este trabajo se han empleado semillas de 71 entradas de tomate de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* de Ecuador, Mesoamérica, México y Perú (n= 34), *Solanum lycopersicum* var. *lycopersicum* de México (n=13), variedades antiguas de *Solanum lycopersicum* var. *lycopersicum* de España e Italia (n= 22), y dos variedades comerciales ('Rosa de Altea' y 'Moneymaker'). Las plantas se germinaron en cámara húmeda una semana, y se transfirieron a placas *in vitro* con medio de crecimiento. A los tres días, las placas se fotografiaron para cuantificar parámetros descriptivos del sistema radicular temprano. Parte de las plantas fueron transferidas a cultivo hidropónico sobre láminas con tela negra a los 14 días tras la siembra, embebidas en solución nutritiva dentro de cajas opacas con aireación forzada. Las plantas se mantuvieron en hidroponía dos semanas y se tomaron imágenes para la evaluación de distintos parámetros radiculares. Para la formación de raíces adventicias, las plántulas germinadas se pasaron a cajas *in vitro* con medio de regeneración, escindiendo previamente el sistema radicular completo. Se contabilizó el número de raíces adventicias a distintos tiempos y se tomaron imágenes de la base de los hipocótilos.

## Resultados y conclusión

El porcentaje de germinación de las entradas estudiadas ha variado entre un 5 y un 100%, donde 49 de las 71 entradas han tenido un porcentaje de germinación de más del 90%, y sólo 4 genotipos han mostrado menos de un 30% de germinación. Con este trabajo se ha evaluado la arquitectura radicular de las variedades de tomate seleccionadas en tres ensayos diferentes:

- 1) Desarrollo del sistema radicular temprano (Figura 1A-B):
  - A los 10 días tras la germinación, la variedad ‘Rosa de Altea’ tuvo una mayor longitud de la raíz principal (PR) que ‘Moneymaker’ ( $49,1\pm 6,1$  mm y  $34,4\pm 14,4$  mm respectivamente).
  - Se encontraron 26 entradas con una mayor longitud de PR que ‘Rosa de Altea’, y 8 entradas con una longitud de PR menor que ‘Moneymaker’.
- 2) Desarrollo del sistema radicular en hidroponía (Figura 1C-D):
  - A los 7 días de cultivo hidropónico, las variedades ‘Rosa de Altea’ y ‘Moneymaker’ no mostraron diferencias significativas en su área radicular.
  - Se encontraron 43 entradas con una mayor área radicular que ‘Rosa de Altea’, y 13 entradas con una menor área radicular que ‘Moneymaker’.
- 3) Capacidad de regeneración de raíces adventicias (Figura 1E-F):
  - A los 7 días tras la escisión del sistema radicular, ‘Rosa de Altea’ y ‘Moneymaker’ no mostraron diferencias significativas en el número de raíces adventicias (AR) desarrolladas.
  - Se encontraron 29 entradas con un mayor número de AR que ‘Moneymaker’, y 6 entradas con un menor número de AR que ‘Rosa de Altea’.

En este trabajo se han detectado varias entradas de tomate con características radiculares mejoradas con respecto a las dos variedades comerciales ensayadas. El estudio detallado de los fenotipos radiculares extremos encontrados en las entradas de tomate analizadas en este trabajo será de utilidad para la selección de los ideotipos radiculares más eficientes en distintas condiciones de estrés.



**Figura 1.** (A) Imágenes del sistema radicular temprano y (B) resultados de cuatro líneas con valores extremos para la longitud de la PR con respecto a ‘Moneymaker’ (MM) y ‘Rosa de Altea’ (RA). (C) Imágenes del cultivo hidropónico y análisis del área radicular y (D) resultados de cuatro líneas con valores extremos para el área radicular con respecto a MM y RA. (E) Imágenes representativas del ensayo de regeneración de AR y (F) resultados de cuatro líneas con valores extremos para el número de AR con respecto a los controles. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas entre grupos (Diferencia menos significativa de Fisher (LSD), p-valor < 0,01).

## Referencias

- [1] Thorup-Kristensen et al. (2020). *Trends in Plant Science* 25: 406–417.
- [2] Mata-Nicolás et al. (2020). *Horticulture Research* 7: 66

## Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con la financiación de los proyectos AGROALNEXT2021/036 y TED2021-132256B-C22 y gracias al aporte del material vegetal proporcionado por María José Teresa De Jesús Díez Niclos, del banco de germoplasma del COMAV-UPV, así como al soporte técnico de María José Ñiguez Gómez.

# **EFFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE ENSILADO DE ORUJO DE UVA BLANCA EN LA DIETA DE CABRAS LECHERAS DE RAZA MURCIANO-GRANADINA SOBRE SUS ASPECTOS PRODUCTIVOS. RESULTADOS PRELIMINARES (SOSCAPRI, AGROALNEXT/2022/062)**

**Fernández N.<sup>1</sup>, Rodríguez M.<sup>1</sup>, Andrade J.C.<sup>1</sup>, Gálvez M.<sup>2</sup>, Peris C.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología Animal- Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 Valencia; e-mail: nfernand@dca.upv.es

<sup>2</sup>Ciencia y Tecnología de la Producción Animal, Instituto de Investigación Agroalimentaria y Agroambiental, Universidad Miguel Hernández de Elche. Ctra. De Beniel, km 3.2, 03312 Orihuela (Alicante).

**Palabras clave:** ensilado orujo, uva blanca, dietas cabras, dosificación

## **1.- Introducción y objetivo**

España es el tercer productor mundial de uva, con 6.673,5 t/año, que generan 2.002,04 t/año de subproductos (FAO, 2019). El orujo se obtiene tras el prensado de la uva y se compone de restos de pulpa, tallos, pieles y semillas, de forma que una mala gestión del mismo podría causar un impacto negativo en el medioambiente (Muhlack et al., 2018). Es preciso buscar alternativas para su valorización, objetivo que entronca con el concepto de economía circular. La composición del orujo de uva incluye polisacáridos de las paredes celulares, como las hemicelulosas y la celulosa, pectina, lignina, proteínas, grasas y minerales, azúcares no fermentados, alcohol, fenoles, taninos, pigmentos y otros componentes bioactivos (Muhlack et al., 2018; Luga y Mironeasa, 2020). Algunos de esos componentes fitoquímicos son considerados como promotores de la salud tanto humana (Teixeira et al., 2014) como animal (Corredu et al., 2020). El objetivo de este trabajo es la determinación del nivel óptimo de inclusión del ensilado de orujo de uva blanca en la dieta de cabras de leche, utilizando para ello un ensayo a corto plazo en jaulas de digestibilidad.

## **2.- Materiales y métodos.**

Este experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la granja de pequeños rumiantes de la Universitat Politècnica de València (UPV). Se utilizaron 4 grupos de 10 cabras de raza Murciano-Granadina cada uno, homogéneos en la edad, peso vivo y producción lechera (periodo pre-experimental). A cada grupo se le asignó aleatoriamente una de las 4 dietas experimentales (0%, 5%, 10% y 15% de inclusión de ensilado de orujo de uva blanca en la dieta). El periodo experimental comenzó con una etapa de 14 días de adaptación a las dietas, tras la cual se seleccionaron 4 cabras/grupo que fueron introducidas en las jaulas de digestibilidad durante 11 días: 7 días de adaptación y 4 días de recogida de muestras (ingestión y alimento rehusado, producción de heces, orina, cantidad diaria de leche ordeñada y su composición). Se calcularon las necesidades para cabras de 2,5 l de producción media de leche, diseñando 4 raciones: 1 control y 3 para la incorporación del 5%, 10% ó 15% de ensilado de orujo de uva blanca. Como fuente forrajera se utilizó la alfalfa y el ensilado en diversas dosificaciones, y como concentrado se administró un pienso comercial. Las dietas eran isoenergéticas e isoproteicas entre sí.

## **3.- Resultados y conclusión**

En la Tabla 1, se presentan los primeros resultados obtenidos en las jaulas de digestibilidad. Se observa que el nivel de rehusado en las dietas Control, 10% y el 15% de orujo estuvo entorno al 20%, mientras que en la dieta con el 5% de orujo la proporción del rehusado fue del 32%, indicando una peor aceptación de las

cabras. Consecuentemente, los animales de esta dieta produjeron menor cantidad de heces. Las producciones de leche a la salida de las jaulas oscilaron desde 1.951 a 2.273 ml/d, siendo la dieta del 5% de orujo la única que presentó un ligero descenso (55 ml/d) de producción en el periodo experimental. Hubo una pérdida generalizada del peso vivo entre 1 y 2 kg/animal, que podría ser debida al stress creado por la entrada en las jaulas de digestibilidad. Destaca positivamente la dieta del 15% de orujo, ya que presenta una ingestión elevada, así como una producción y composición de la leche similar a la dieta control. Los valores de RCS son más elevados para las inclusiones de ensilado del 10 y del 15%, pero se corresponden con unos valores iniciales también superiores. Se puede concluir que la dieta del 15% de inclusión de ensilado de orujo sería la más conveniente de las tres ensayadas. Desde el punto de vista económico, esta dieta aumenta en 50 g/día el consumo de soja y reduce en 30 g/día el consumo de pienso, en 350 g/día el consumo de heno de alfalfa y en 26 ml/d la producción de leche respecto al grupo control, por lo que el interés económico dependerá de los costes de estos alimentos y del ensilado, así como del precio de la leche.

Tabla 1a. Efecto de la incorporación de diversos niveles de ensilado de orujo de uva blanca en la dieta de cabras lecheras de raza Murciano-Granadina sobre la ingestión de alimento, el peso vivo y la producción de heces y orina

Dietas	Peso vivo (kg)			Cantidad de alimento			Heces (g/d)	Orina (g/d)
	(1)	(2)	(3)	Ofrecido (g/d)	Ingerido (g/d)	Rehusado (g/d y %)		
0 (%)	44,5	42,5	-2,0	2460	1966	494/20	1408	1882
5 (%)	42	40,1	-1,9	2570	1738	832/32	1061	985
10 (%)	42,1	41,1	-1	2640	2087	553/21	1534	1850
15 (%)	43,3	42,1	-1,3	2790	2287	503/18	1446	1015

(1) a la entrada de la jaula; (2) a la salida de la jaula; (3) diferencia entre entrada y salida.

Tabla 1b. Efecto de la incorporación de diversos niveles de ensilado de orujo de uva blanca en la dieta de cabras lecheras de raza Murciano-Granadina sobre la producción y composición de la leche

Dietas	Producción de leche (ml/d)			Composición de la leche					
	(1)	(2)	(3)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	EQ (%)	Urea (mg/kg)	RCS (10 <sup>3</sup> /ml)
0 (%)	2173	2273	101	4,6	3,4	4,6	8,0	598	508
5 (%)	2003	1951	-51	4,2	3,3	4,5	7,4	615	401
10 (%)	2149	2188	39	4,1	3,3	4,8	7,4	649	710
15 (%)	2056	2131	75	4,9	3,3	4,7	8,2	623	817

(1) en el periodo pre-experimental; (2) a la salida de la jaula; (3) diferencia entre (1) y (2); EQ: extracto quesero; RCS: recuento de células somáticas

#### 4.- Referencias

Corredu et al. 2020 <https://doi.org/10.3390/ani10010131>; Food and Agricultural Organization of the United Nations (2019). Sistemas pecuarios. <https://www.fao.org/livestock-systems/global-distributions/goats/es/>; Luga and Mironeasa (2020) <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12597>; Muhlack et al. (2018) 10.1016/j.wasman.2017.11.011; Teixeira et al. (2014) 10.3390/ijms150915638.

#### 5.-Agradecimientos

Este trabajo ha recibido financiación del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/062 – Valorización de subproductos vitivinícolas y mejora de la eficiencia productiva para favorecer la sostenibilidad de las granjas de caprino lechero en el marco actual del cambio climático -SOSCAPRI) y contó con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGeneration EU (PRTR-C17. I1) y de la Generalitat Valenciana.

# **PROGRAMA DE MEJORA PARA RESISTENCIA AL VIRUS DEL RUGOSO DEL TOMATE (ToBRFV) EN LA TOMATA VALENCIANA**

**María del Rosario Figàs Moreno, Cristina Casanova Calancha, Elena Soler Calabuig, Miquel Martínez Busó, Ramón Gabriel Rico, Jaime Prohens Tomás, Salvador Soler Aleixandre**

Grup de Conservació i Millora de Varietats Tradicionals Valencianes, Institut de Conservació i Millora de l'Agrodiversitat Valenciana, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera 14, 46022 València. e-mail: mfimo@upvnet.upv.es

Palabras clave: germoplasma, tomate, resistencia, virus, ToBRFV

## **Introducción y objetivo**

La 'Tomata Valenciana' es la variedad tradicional de tomate predominante en las huertas de la Ciutat de València. Aunque presenta una proyección comercial creciente, se ve afectada por distintas enfermedades de etiología fúngica, bacteriana y vírica. Recientemente se están produciendo daños en cultivos de tomate en el estado español producidos por un nuevo virus, el virus del rugoso del tomate (*Tomato Brown rugose fruit virus*, ToBRFV) (Alfaro-Fernández et al., 2021). Este virus, de transmisión mecánica muy eficaz está causando pérdidas económicas muy importantes en el cultivo del tomate en España y muchos otros países (Zhang et al., 2022). El objetivo del presente trabajo es iniciar un programa de mejora de variedades de 'Tomata Valenciana' que incorporen resistencia al ToBRFV.

## **Material y métodos**

En ensayos previos se identificó resistencia al ToBRFV en la entrada 2.10.2 de *Solanum pimpinellifolium*. En ciclo de cultivo de primavera-verano de 2022 se realizaron los cruces iniciales (FI) entre dos selecciones de 'Tomata Valenciana' (SL-Meliana-1 y SL-Meliana-3) con 2.10.2. A partir las F1, se obtuvieron mediante autofecundación las respectivas generaciones F2, y las primeras generaciones de retrocruce (RC1) hacia los parentales susceptibles (SL-Meliana-1 y SL-Meliana-3) y hacia el parental resistente (2.10.2).

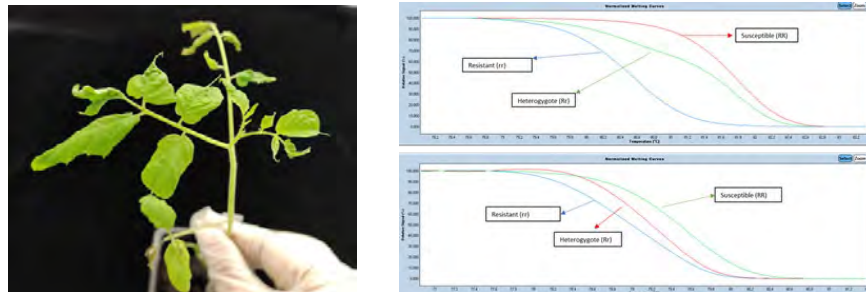
Se procedió entonces a la inoculación de las distintas generaciones de la familia de cada una de las variedades de 'Tomata Valenciana' con un aislado de ToBRFV de Israel (PV-1241). Las plantas se inocularon en el estado de una hoja desarrollada y se evaluaron síntomas a los 10, 20 y 30 días después de inocular (DDI).

Para el desarrollo de marcadores moleculares asociados a la resistencia identificada se desarrollaron las generaciones F1 y F2 entre la entrada resistente (PR) y el cultivar comercial 'MoneyMaker' (PS), así como los retrocruces con el progenitor resistente (RC1PR; F1 x 2.10.2) y con el progenitor susceptible (RC1PS; F1 x MoneyMaker). Todas estas generaciones fueron inoculadas con ToBRFV y se agruparon las plantas de F2 y RC1PR en bulks según su comportamiento resistente o susceptible. Una vez extraído el ADN, se realizó un Análisis de Bloques Segregantes (BSA) para identificar marcadores asociados a la resistencia al ToBRFV.

## **Resultados y discusión**



Los resultados obtenidos, síntomas acusados en las generaciones F1 (Figura 1, Tabla 1), confirman, por una parte, la naturaleza recesiva de la resistencia de la entrada 2.10.2. La observación de una proporción 1:1 de plantas resistentes y susceptibles en los retrocruces hacia el parental resistente de las dos variedades de ‘Tomata Valenciana’ SL-Meliana-1 y SL-Meliana-3 y el 100% de plantas susceptibles en los retrocruces hacia el parental susceptible confirman que la resistencia estaría controlada por un gen recesivo.



**Figura 1.-** Foto de planta F1 (SL-Meliana-3 x 2.10.2) con síntomas acusados de ToBRFV (izquierda), gráficas HRM obtenidas con el primer 1 (arriba) y con el primer 2 (abajo) (derecha).

**Tabla 1.-** Respuesta de las diferentes generaciones obtenidas entre la fuente de resistencia 2.10.2 y las accesiones susceptibles SL-Meliana-1, SL-Meliana-3 y ‘Moneymaker’.

Material	Plantas inoculadas	Plantas asintomáticas	Plantas con síntomas
F1 (SL-Meliana-1 X 2.10.2)	5	0	5
F2 (SL-Meliana-1 X 2.10.2)	123	32	91
(FE x F1 (SL-Meliana-1 X 2.10.2)	75	0	75
RCPR (F1 (FE X 2.10.2) x 2.10.2)	78	39	37
SL-Meliana-1	5	0	5
F1 (SL-Meliana-3 X 2.10.2)	5	0	5
F2 (SL-Meliana-3 X 2.10.2)	125	35	90
FJO x F1 (SL-Meliana-3 X 2.10.2)	80	0	80
RCPR (F1 (FJO X 2.10.2) x 2.10.2)	85	43	42
SL-Meliana-3	5	0	5
2.10.2	10	10	0
Moneymaker	9	0	9

1: índice de síntomas máximo medio (0, síntomas ausentes; 1, síntomas leves; 2, síntomas moderados; 3, síntomas graves; 4, síntomas muy graves o plantas muerta).

Los datos recopilados durante el análisis de GBS de las secuencias obtenidas en los distintos bulks de las familias con la variedad ‘Moneymaker’, indicaron de manera estadísticamente significativa que la resistencia se ubica en el cromosoma 11, específicamente en el rango entre 5 MB a 45 MB. Se diseñaron los cebadores Primer 1 (delección de 19 pares de bases) y un Primer 2 (inserción de 5 pares de bases). Ambos marcadores, de tipo High Resolution Melting (HRM), constituyen marcadores asociados al gen recesivo que controla la resistencia al ToBRFV en la entrada 2.10.2 y están permitiendo seleccionar las plantas portadoras de este gen (Figura 1, derecha) en el programa de mejora de las dos variedades de ‘Tomata Valenciana’.

### Conclusión

El trabajo en desarrollo permitirá obtener en el 2025, líneas de ‘Tomata Valenciana’ de buenas características y productivas con resistencia al virus del rugoso. Además, se habrán desarrollado marcadores moleculares asociados a esta resistencia útiles en otros programas de mejora.

### Referencias

- Alfaro-Fernández, A., Castillo, P., Sanahuja, E., Rodríguez-Salido, M.C., Font, M.I. 2021. First Report of *Tomato brown rugose fruit virus* in Tomato in Spain. *Plant Disease*, 105: 515.
- Zhang, S., Griffiths, J.S., Marchand, G., Bernards, M.A., Wang, A. 2022. *Tomato brown rugose fruit virus*: An emerging and rapidly spreading plant RNA virus that threatens tomato production. *Molecular Plant Pathology*, 23:1262–1277.

### Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y está respaldado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y la Generalitat Valenciana.

## PROPUESTA DE LA RABANIZA COMO HORTÍCOLA EN ROTACIÓN

**Ana Fita<sup>1\*</sup>, Eric Prendes<sup>1\*</sup>, Carla Guijarro-Real<sup>2</sup>, Adrián Rodríguez-Burruezo<sup>1\*</sup>, Diego A. Moreno<sup>3</sup>, Caridad Ros<sup>4</sup>**

1: Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana, Universitat Politècnica de València, Valencia, España, CP: 46022

e-mail: anfifer@btc.upv.es

2: Biotecnología y Biología Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (ETSIAAB), Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, Spain

3: Laboratorio de Fitoquímica y Alimentos Saludables (LabFAS), CEBAS, CSIC. Campus Universitario de Espinardo 25, 30100 Murcia, España, dmoreno@cebas.csic.es

4: Dpto Protección de Cultivos, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA), C/ Mayor s/n 30150 La Alberca Murcia.

**Palabras clave:** diversificación alimentaria, nuevos alimentos, sostenibilidad, glucosinolatos

### Introducción y objetivo

Uno de los cultivos que reporta mayores ingresos a los agricultores levantinos es el pimiento. Sin embargo, su cultivo se ve amenazado por estreses bióticos como los nematodos del suelo. Además, el manejo intensivo con altas aplicaciones de agroquímicos ya no es aceptable. Una de las prácticas alternativas que se pueden utilizar es la biofumigación con especies ricas en glucosinolatos como las brásicas. El uso de estas especies supone una manera de desinfección que además aporta materia orgánica, mejora la calidad del suelo y su retención de agua. Incluso en el caso de no realizarse biofumigación, el uso de rotaciones con especies no multiplicadoras de nematodos afectaría positivamente al rendimiento posterior. Por otro lado, existen numerosas especies de crucíferas con alto valor fitoquímico que, aunque pueden ser consumidas por el ser humano, no han sido incorporadas en la lista de hortalizas cultivadas o comercializadas. Este es el caso de la rabaniza (*Diplotaxis eruroides* L. (DC)). Se trata de una especie que crece de manera espontánea asociada a cultivos en el levante español y de la que se ha demostrado tiene potencial nutracéutico (Guijarro *et al.*, 2019). Su sabor ligeramente picante la hace apetecible para incluir en las ensaladas. Y su perfil de glucosinolatos la hace susceptible de ser incorporada como especie en rotación de cultivo de pimiento para así disminuir la carga de inóculo de una temporada a otra. El objetivo de este trabajo fue tipificar correctamente dos accesiones de rabaniza que habían sido seleccionadas previamente por el equipo de trabajo en cuanto a su morfología y multiplicar las accesiones para obtener más material vegetal para realizar una caracterización nutricional y de perfil de glucosinolatos. Por otro lado, también se inició la puesta a punto para su cultivo en campo para evaluar *a posteriori* su capacidad desinfestante en rotación con pimiento.

### Material y métodos

Como material vegetal se emplearon dos accesiones de *D. eruroides* seleccionadas previamente denominadas 'De1' y 'De2', más una accesión de *D. eruroides* comercial denominada 'Wasabi' y otra accesión de *D. tenuifolia* (utilizada en bosas de ensalada como rúcula). Todas las accesiones fueron sembradas en la parcela experimental del Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana en la Universitat Politècnica de València, tras el protocolo de germinación descrito por

Guijarro *et al.*, (2020). Las plantas fueron evaluadas en sus distintas etapas del desarrollo mediante los descriptores IPGRI pero también con las fichas de distinción, homogeneidad y estabilidad de la UPOV (tg244) necesarias para el registro como variedad comercial o protegida. Por último, las plantas de las accesiones ‘De1’ y ‘De2’ se aislaron mediante malla antitrip y se agitaron las flores frecuentemente para conseguir la polinización y obtención de frutos y semillas. Las mismas variedades se cultivaron en el Campo de Cartagena, en este caso con la finalidad de analizar sus propiedades nutricionales y posteriormente tras su incorporación al suelo su capacidad desinfectante.

## Resultados y conclusión

La toma de datos de los descriptores tanto IPGRI como DHE mostraron las claras diferencias entre las variedades seleccionadas y las variedades control. ‘De1’ mostró hojas más pequeñas, menos lobuladas y más redondeadas que *D. tenuifolia* pero con un pedicelo largo (Figura 1). ‘DE2’ mostró hojas más grandes que el resto de variedades y con mayor variabilidad en cuanto forma, presentando tanto hojas redondeadas y aserradas sin lóbulos mientras que algunas plantas mostraban hojas más alargadas (Figura 1). Los días a la floración y otros caracteres de desarrollo también fueron diferenciales mostrando que estas dos selecciones de rabaniza son claramente diferenciales de otras variedades. Antes de la floración se aislaron las poblaciones para poder multiplicarlas. Se cosecharon las semillas, pero hay que destacar que esta es una especie no plenamente domesticada, por lo que presenta dehiscencia del fruto lo que dificulta su cosecha. Por otro lado, el cultivo realizado en el Campo de Cartagena se vió dificultado por la competencia de malas hierbas. Esto dificultó la cosecha y se desestimó la incorporación de material al suelo para evaluar la capacidad desinfectante de estas variedades. En nuevos ensayos se continuará trabajando en la mejora del sistema de cultivo. Los resultados de caracterización visual indican que las dos variedades seleccionadas de rabaniza pueden ser diferentes de lo que existe en el mercado. En la actualidad se está analizando su valor nutricional y su perfil de glucosinolatos. En próximos experimentos se evaluará tanto la resistencia a nematodos como su posible capacidad desinfectante del suelo.

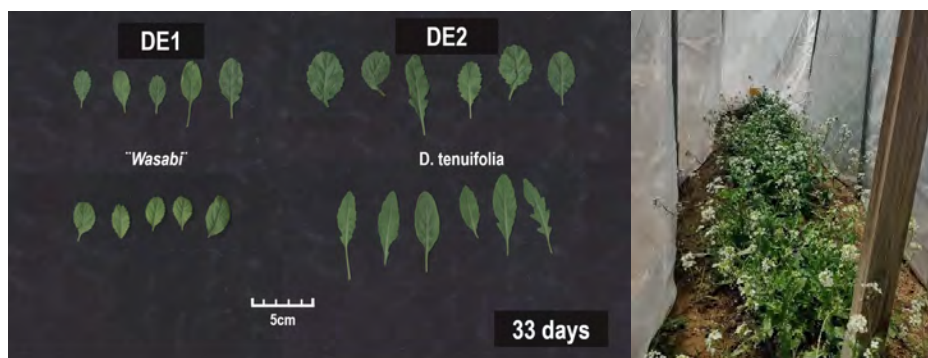


Figura 1. Izq. Poblaciones de rabaniza (‘De1’ y ‘De2’) en comparación con una variedad comercial de rabaniza denominada CWasabi’ y una variedad de *D. tenuifolia*. Dcha. ‘De1’ en flor bajo malla de aislamiento para polinización.

## Referencias

Guijarro-Real, C., Adalid-Martínez, A. M., Aguirre, K., Prohens, J., Rodríguez-Burruezo, A., & Fita, A. (2019). Growing conditions affect the phytochemical composition of edible wall rocket (*Diplotaxis eruroides*). *Agronomy*, 9(12), 858.

Guijarro-Real, C., Adalid-Martínez, A. M., Gregori-Montaner, A., Prohens, J., Rodríguez-Burruezo, A., & Fita, A. (2020). Factors affecting germination of *Diplotaxis eruroides* and their effect on selected quality properties of the germinated products. *Scientia Horticulturae*, 261, 109013.

**Agradecimientos:** Esta publicación forma parte del proyecto AGROALNEXT/2022/027 dentro del programa AGROALNEXT que cuenta con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGeneration EU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana.

# DIVERSIDAD GENÉTICA EN LA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE LA ‘TOMATA VALENCIANA’

**Ramón Gabriel Rico, Nicolás Arroyo Fernández, María del Rosario Figàs Moreno, Cristina Casanova Calancha, Elena Soler Calabuig, Miquel Martínez Busó, Jaime Prohens Tomás, Santiago Vilanova Navarro, Salvador Soler Aleixandre**

Grup de Conservació i Millora de Varetats Tradicionals Valencianes, Institut de Conservació i Millora de l'Agrodiversitat Valenciana, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera 14, 46022 València

**Palabras clave:** Variedad tradicional, análisis de componentes principales (ACP), SPET, ‘Tomate Valenciano’.

## Introducción y objetivo.

La ‘Tomata Valenciana’ es una variedad tradicional típica de distintas comarcas de la Plana y Huerta de la Ciutat de València que destaca por su calidad organoléptica. Existen 2 subtipos reconocidos de ‘Tomata Valenciana’: ‘Masclet’ con forma acorazonada, color verde intenso en estado inmaduro y un apuntamiento pistilar muy característico; y ‘Blanca’ que presenta frutos que varían desde formas aplanadas a más acorazonadas con lóculos irregulares, un color blanquecino en estado inmaduro y una región pistilar ligeramente indentada (DOGV, 2023).

El objetivo del presente trabajo ha sido la evaluación de la variabilidad genética presente en una colección de 50 entradas de ‘Tomata Valenciana’ del Banco de Germoplasma de la UPV mediante genotipado con la técnica Single Primer Enrichment Technology (SPET). Esta consiste en un genotipado dirigido, basado en la secuenciación de la región que rodea a un cebador para permitir el descubrimiento de SNP estrechamente relacionados. Su dependencia de cebadores únicos simplifica el diseño del panel permitiendo altos niveles de multiplexación. Esta estrategia de genotipado requiere información genómica previa para diseñar las sondas, ya que se diseñan adyacentes a un SNP previamente identificado (Barchi, et. al. 2019).

## Material y métodos

Se han utilizado muestras de ADN de la colección de entradas mencionada. Además, se han empleado 2 controles comerciales, por una parte, la variedad de tomate de ensalada Money Maker y por otra parte ‘Valentia’, una entrada de tipo valenciano mejorada con genes de resistencia enfermedades.

Las extracciones de ADN se han llevado a cabo con el protocolo clásico de extracción empleando CTAB y el procesamiento de los datos de genotipado se ha realizado con el software TASSEL (Trait Analysis by Association, Evolution and Linkage) v.5.2.90.

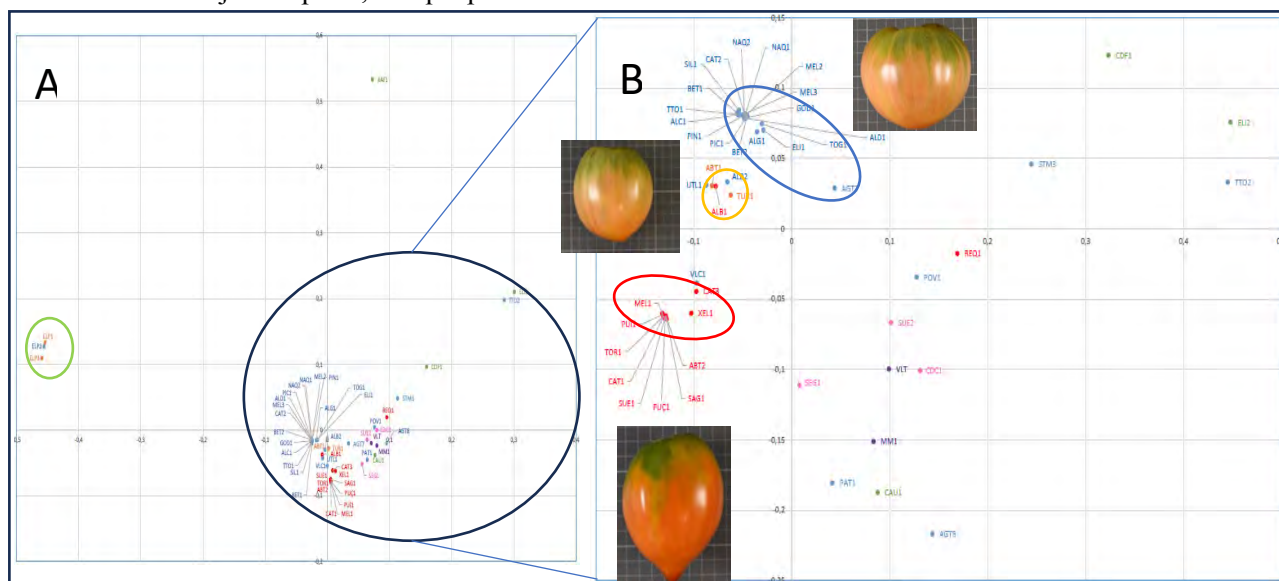
## Resultados

Un ACP inicial (Figura 1A) con la información derivada del genotipado mediante SPET y considerando las 50 entradas de la colección junto con los 2 controles comerciales, mostró la agrupación del grueso de entradas en el centro del gráfico. Sin embargo, el análisis no mostró la profundidad suficiente para valorar la variabilidad intrapoblacional puesto que algunas muestras (ELP1, ELP2, ELP3, RAF1, ELI1, CDF1 y TTO2) se agruparon inicialmente muy alejadas de este clúster central.

Las entradas ELP1, ELP2 y ELP3 (Figura 1A), derivan de un programa de mejora en el cual se introgrésó el gen de resistencia al virus del mosaico del tomate (ToMV) *Tm-2<sup>2</sup>* en una variedad de ‘Tomata Valenciana’ de la localidad de El Perelló (Valencia). Por otra parte, las variedades RAF1, ELI1, CDF1 y TTO2,

consideradas originalmente tipo ‘Valenciano’, fueron catalogadas como ‘Fuera de tipo’ tras su caracterización morfoagronómica y, además, se han identificado genes de resistencia en ellas, justificando así su comportamiento en el ACP.

Al eliminar estas entradas y realizar un segundo ACP (Figura 1B), se perciben claramente 3 agrupaciones en el lado izquierdo del espacio de las componentes. En la parte superior izquierda se agrupan las entradas que presentan tipología ‘Blanca’ y en la parte inferior izquierda, las de tipo ‘Masplet’. Entre estas 2 agrupaciones se forma un pequeño grupo de muestras que confirma los resultados obtenidos en la caracterización morfoagronómica de la colección, en que se distingue una tercera tipología, catalogada inicialmente como ‘Intermedia’ con características intermedias entre el tipo ‘Blanca’ y ‘Masplet’. Otras entradas que fenotípicamente se consideran ‘Tomate Valenciano’ no se agrupan genotípicamente como tal. Es el caso del tipo ‘Rosado’ (SEG1, SUE2 y CDC1). Estas entradas, por su morfología, así como su color rosa-anaranjado, forman un subconjunto aparte, aunque probablemente derivado de variedades de ‘Valenciano’.



**Figura 1.** (A) ACP incluyendo las 50 entradas de la colección de ‘Tomate Valenciano’ junto con los controles (MM1 y VLT). El código de colores indica la catalogación inicial de las muestras conforme a los subtipos de ‘Tomate Valenciano’. Morado: controles; Verde: ‘Fuera de tipo’; Rosa: ‘Rosado’; Rojo: ‘Masplet’; Azul: ‘Blanca’; Amarillo: ‘Intermedia’. (B) ACP realizado eliminando las entradas ELP1, ELP2, ELP3, RAF1, ELI1, CDF1 y TTO2.

## Conclusión

La caracterización genética aplicada a la colección de ‘Tomata Valenciana’ es una herramienta muy útil para evaluar la diversidad genética existente y detectar variedades fuera de tipo. Su empleo es de gran valor para la conservación de esta colección y reforzar las actividades de selección y mejora realizadas, complementándose con la caracterización morfoagronómica de la misma.

## Bibliografía

- Barchi, L.; Acquadro, A.; Alonso, D.; Aprea, G.; Bassolino, L.; Demurtas, O.C.; Ferrante, P.; Gramazio, P.; Mini, P.; Portis, E.; Scaglione, D.; Toppino, L.; Vilanova, S.; Diez, M.J.; Rotino, G.L.; Lanteri, S.; Prohens, J.; Giuliano, G. 2019. Single Primer Enrichment Technology (SPET) for high-throughput genotyping in tomato and eggplant germplasm. *Frontiers in Plant Science* 10:1005.
- DOGV (Diari Oficial de la Generalitat Valenciana), 2023. ORDEN 4/2023, de 9 de febrero de 2023, de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, por la que se aprueba la reglamentación de calidad de la tomata valenciana para su distinción con la marca de calidad CV.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y está respaldado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y la Generalitat Valenciana.

## INTRODUCCIÓN DE TÉCNICAS AGROECOLÓGICAS EN LA CITRICULTURA PARA FAVORECER CONJUNTAMENTE LA ENTOMOFAUNA AUXILIAR Y LA APICULTURA ESTANTE

Juan Sorribas<sup>1\*</sup>, Rosa Vercher<sup>2</sup>, Eva Domenech<sup>1</sup>, Fina Cervera<sup>3</sup>, Patricia Carpio<sup>4</sup>, Isabel Escriche<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos FoodUPV, Universitat Politècnica de València (España)

<sup>2</sup> Instituto Agroforestal del Mediterráneo (IAM), Universitat Politècnica de València (España)

<sup>3</sup> Cooperativa Rural Sant Vicent Ferrer de Benaguasil, Valencia (España)

<sup>4</sup> Veterinaria miembro de AVESPA y apicultora ecológica, Valencia (España)

\* e-mail: juasorme@upvnet.upv.es

Palabras clave: Agroecosistema sostenible, cubierta vegetal, enemigo natural, polinizador, melisopalinología.

### • Introducción y objetivos

El agroecosistema agrícola bajo producción convencional constituye un entorno con baja biodiversidad. En él, debido a la falta de fuentes de alimento variado y a los efectos tóxicos de los plaguicidas, se ve comprometida la supervivencia de los enemigos naturales, de las abejas melíferas, y de otros insectos polinizadores al tiempo que se favorecen las plagas. Para promover plantas que proporcionen néctar y polen durante todo el año que favorezcan la entomofauna auxiliar se requiere de un manejo agrícola apropiado. El objetivo de este trabajo, enmarcado en el proyecto AGROMEL, Línea 1 de AGROALNEXT (*Producción primaria sostenible. Transición ecológica*), es crear un modelo agroecológico que permita la coexistencia de la apicultura con una agricultura sostenible, generando sinergias entre ambos. Este proyecto investiga si la coexistencia de infraestructuras ecológicas junto con colmenas estantes (no trashumantes) en un mismo agroecosistema tendría un efecto beneficioso para ambos. Para ello se pretende: 1. Evaluar el establecimiento y evolución de infraestructuras ecológicas en parcelas de cítricos, en diferentes periodos del año; 2. Determinar la presencia y abundancia de los depredadores, polinizadores y de las abejas melíferas, así como del aprovechamiento que ellas hacen de este agroecosistema mediante el análisis de los pólenes existentes en la miel producida.

### • Material y métodos

Se ha trabajado en dos parcelas piloto con cultivo de cítricos (21 y 35 ha) ubicadas en la comarca de Los Serranos, Valencia, en las que se han colocado apiarios en uno de sus márgenes. Ambas son manejadas bajo producción sostenible, con cubierta espontánea y mínimo uso de plaguicidas. Para aumentar la biodiversidad vegetal en el agroecosistema se han implantado varias infraestructuras ecológicas (cubiertas vegetales, macizos florales y setos perimetrales). Se han seleccionado plantas melíferas de floración escalonada que proporcionen alimento floral y refugio a lo largo de todo el año para la entomofauna auxiliar. Desde inicios de primavera de 2023 se realizaron transectos de tiempo definido y muestreos con aro cada 14 días para evaluar la instauración y propagación de las infraestructuras, así como si albergan enemigos naturales (depredadores y parasitoides de tamaño grande fundamentalmente), abejas y otros insectos polinizadores. Para evaluar las plantas utilizadas se capturan abejas conteniendo polen corbicular y se analiza la miel obtenida de ambos apiarios en varios periodos del año mediante análisis polínico por microscopía óptica (melisopalinología), asistido por una herramienta de etiquetado y anotación de imágenes de polen (HoneyApp) desarrollada en la Universitat Politècnica de València (Valiente et al., 2023).

### • Resultados y conclusión

Se identificaron un total de 81 especies de plantas entre espontáneas e introducidas de las cuales 59 se encontraban en las cubiertas vegetales y el resto en los setos y los macizos florales.

Debido a la sequía, las especies de los macizos florales, dotados con riego por goteo, funcionaron mejor. Sin embargo, en las cubiertas vegetales muchas desaparecieron en favor de la vegetación espontánea. Las más abundantes en cada infraestructura ecológica se muestran en la Tabla 1. La mayor abundancia de especies vegetales e insectos se dio en primavera, mientras que los valores más bajos se alcanzaron a principios del invierno

Tabla 1. Especies vegetales predominantes en cada infraestructura

CUBIERTAS VEGETALES		MACIZOS FLORALES	SETOS PERIMETRALES
INTRODUCIDAS	ESPONTÁNEAS		
<i>Vicia cracca</i> (Alverja)	<i>Chenopodium album</i> (Cenizo)	Lobularia	Romero
<i>Scabiosa atropurpurea</i> (Escabiosa)	<i>Diplotaxis euricoides</i> (Rabaniza)	Tagetes	Tomillo
<i>Bituminaria bituminosa</i> (Trébol hediondo)	<i>Convolvulus althaeoides</i> (Campanilla)	Caléndula	Brezo
<i>Lotus corniculatus</i> (Loto)	<i>Malva sylvestris</i> (Malva)		Aliaga
<i>Centaurea sp.</i> (Aciano)	<i>Sonchus sp.</i> (Cerrajón)		Jara

Se han contabilizado 12 especies de enemigos naturales (sin considerar arácnidos) con 139 insectos y 36 especies de polinizadores (abeja melífera incluida) con 641 insectos (Figura 1). Los más abundantes entre los enemigos naturales son los sírfidos de la especie *Shaerophoria scripta*, la avispa germánica (*Vespula germanica*), las mariquitas comunes (*Coccinella septempunctata*) y las crisopas (*Chrysoperla carnea*).

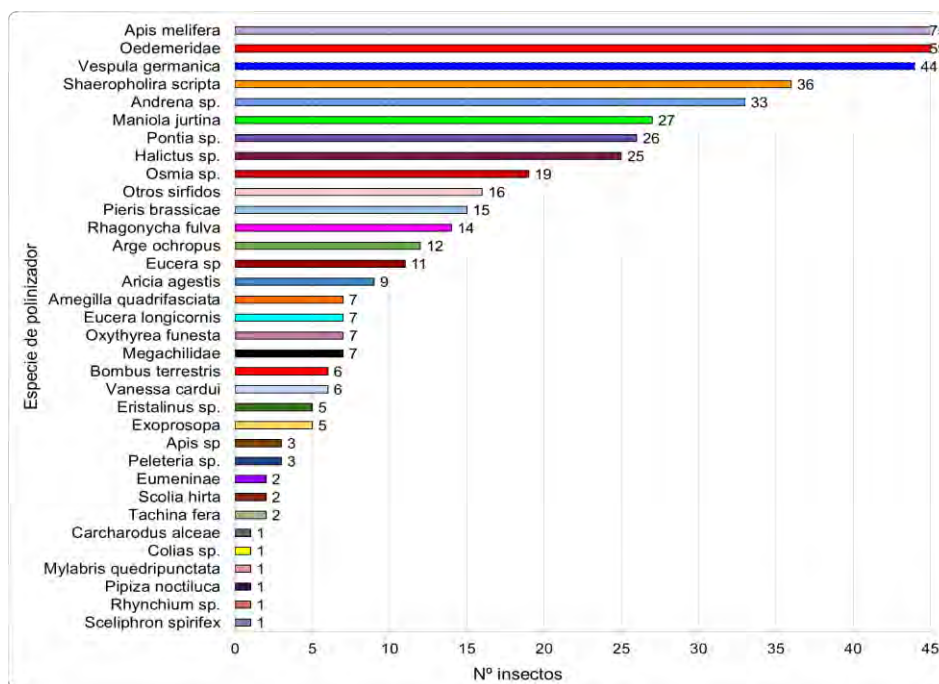


Figura 1. Especies de insectos polinizadores contabilizados en las infraestructuras ecológicas.

Durante los transectos se observó el pecoreo de 41 especies en flor por parte de las abejas melíferas. Entre las especies introducidas destacaron caléndula y arveja y entre las espontáneas rabaniza y cerrajón. Además, el análisis polínico mostró que la miel recolectada en la parcela donde se sembraron plantas contenía mayor diversidad de pólenes en comparación con el otro apiario. El polen de azahar fue el predominante en todas las muestras de primavera. La observación bajo microscopio del polen corbicular de abejas capturadas en flores muestra que el 100% del polen procede de una sola planta y permite la identificación precisa de pólenes desconocidos presentes en la miel. Este trabajo pone de manifiesto que una selección precisa de las especies florales a utilizar como infraestructuras ecológicas en agricultura puede tener beneficios sinérgicos para la biodiversidad y la apicultura asociada. La melisopolinología combinada con la observación directa en transectos de campo sirve para identificar el uso de algunas especies florales por las abejas y determinar una composición adecuada de la cubierta vegetal.

• **Referencias**

Valiente, J. M., Juan-Borrás, M., López-García, F., & Escriche, I. (2023). *Journal of Food Composition and Analysis*, 123, 105605.

**Agradecimientos**

Proyecto AGROALNEXT/2022/043 (AGROMEL), financiado por la Generalitat Valenciana, Fondos Next Generation de la Unión Europea y el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Proyecto Ruralfruit-AgroEco financiado por Fondos de Cooperación PDR-CV 2014-2020.

## ENDOLISINAS FÁGICAS COMO TERAPIA ANTIMICROBIANA PARA *Xylella fastidiosa* Y SU APLICACIÓN EN UN MODELO DE *Pseudomonas aeruginosa*

Guillem Seguí<sup>1,2</sup>, Noemí M. Guzman<sup>1</sup>, Adrián Flores-García<sup>2,3</sup>, César Bordehore<sup>2,3</sup> y  
Jesús García-Martínez<sup>1,2</sup>

1: Departamento de Fisiología, Genética y Microbiología. Campus San Vicente del Raspeig, 03690, Alicante, España.

2: Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio “Ramon Margalef”, Universidad de Alicante. Campus San Vicente del Raspeig, 03690 Alicante, España

3: Departamento de Ecología. Campus San Vicente del Raspeig, 03690, Alicante, España.

e-mail: [guillem.segui@ua.es](mailto:guillem.segui@ua.es)

**Palabras clave:** Endolisinas, antimicrobianos, fitopatógenos, *Pseudomonas aeruginosa*, *Xylella fastidiosa*

### • Introducción y objetivo

El fitopatógeno *Xylella fastidiosa* (*Xf*) es un microorganismo que habita en el xilema de diversas plantas, siendo considerado de cuarentena debido a su alta infectividad y al amplio espectro de plantas huésped que afecta (EFSA, 2018). Esta bacteria ha generado importantes impactos medioambientales y agrícolas en las zonas donde ha sido detectada. Su presencia se ha documentado ampliamente en varios países europeos como Italia, Francia y España, en este último afectando especialmente a la región de levante (Alicante e Islas Baleares) (EFSA PLH Panel 2018). Dada la ausencia actual de tratamientos frente a este patógeno y la reducida eficacia de las medidas de control existentes, recientemente se están destinando recursos a distintas líneas de investigación para abordar el problema. En nuestro laboratorio se propone el uso de endolisinas fágicas (enzimas líticas) como un posible tratamiento antimicrobiano.

Como objetivo inicial, se llevó a cabo un análisis bioinformático previo de los genomas de *Xf* en busca de endolisinas fágicas funcionales, seguido de la evaluación del efecto preliminar de éstas en diversas cepas de la bacteria. Dado el desafío que representa la manipulación y el crecimiento de *Xf*, se planteó el uso de un modelo predictivo a partir de un microorganismo de crecimiento rápido y de fácil manipulación. Con este fin, se optó por la especie también fitopatógena *Pseudomonas aeruginosa* (*Pa*), utilizándose la cepa CECT 110 de la misma. Con ella se llevaron a cabo los ensayos con la endolisina XylEnd11 (obtenida a partir de un fago que infecta a *X. fastidiosa*), la cual presenta actividad frente a varias cepas de las diferentes subespecies de ésta.

### • Material y métodos

A partir de un análisis bioinformático previo de genomas de *Xf*, se identificaron secuencias de endolisinas fágicas provenientes de los fagos Sano, Usme, Cota y Xfas53. Los genes codificantes para las enzimas líticas de dichos fagos se clonaron por separado en la cepa *Escherichia coli* BL21, en un vector adecuado (pCDF-1b) para la expresión y síntesis de la proteína. Dicha proteína se purificó utilizando técnicas de cromatografía de afinidad y se procedió a los ensayos de efectividad antimicrobiana con *Xf*, observándose una mayor eficacia para la denominada XylEnd11 (endolisina fágica de Sano, con una modificación His-N terminal). A continuación, se procedió a realizar ensayos de sensibilidad antimicrobiana frente a una

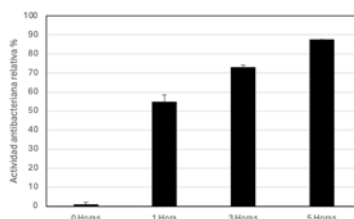


concentración final de 1,6  $\mu\text{M}$  de XylEnd11 en células de *Pa* CECT 110 tanto en medio LB (*Lysogeny Broth*) como en Solución Salina Tamponada con Fosfato (PBS), donde se midió la  $\text{DO}_{600}$  desde el inicio del proceso hasta un total de 6 horas para evaluar el efecto de la endolisina en el crecimiento bacteriano. Finalmente, se analizó la capacidad de recuperación de las bacterias tratadas con XylEnd11 (centrifugación de supervivientes y resuspensión en LB), volviéndose a monitorizar el posible incremento de  $\text{DO}_{600}$ .

### ● Resultados y conclusión

En una primera aproximación, la cepa CECT 110 se trató con la endolisina en caldo LB. A partir de las 2 horas de tratamiento, se observó una ralentización del crecimiento de la cepa tratada, equivalente a una reducción  $10^{-1}$  en las UFC/mL de la población con respecto al control. Estos resultados sugieren que la endolisina de *Xf* posee un potencial antimicrobiano también en el rango de *Pa* (Figura 1).

Por otro lado, se llevó a cabo el mismo ensayo en una suspensión de *Pa* en PBS (ausencia de crecimiento durante el tratamiento). En este experimento se detectó la aparición de grumos filamentosos en la cepa tratada tras 2 horas de tratamiento. Al aumentar la concentración de endolisina, se observó una reducción inversamente proporcional de las células tratadas, siendo el efecto dosis-dependiente. Estos resultados sugieren que la cepa CECT 110 sufre un estrés promovido por el efecto del enzima, probablemente al intentar protegerse mediante la formación de agregados bacterianos. Los experimentos de recuperación celular tras el tratamiento en los ensayos de PBS revelaron que las tasas de crecimiento de *Pa* se mantienen idénticas a las originales, es decir, el cese de la aplicación de XylEnd11 no tiene efectos permanentes sobre la población.



**Figura 1. Ensayos de actividad antimicrobiana de la endolisina XylEnd11.** Influencia relativa de la actividad antimicrobiana de la XylEnd11 ( $= \text{Log}_{10} (N_0/N_i)$ , donde  $N_0$  es el número de UFC/mL del control negativo y  $N_i$  el número de UFC/mL viable tras el tratamiento con endolisina) a concentración 16  $\mu\text{M}$ .

En conclusión, los resultados obtenidos permiten afirmar que *P. aeruginosa* parece ser un microorganismo apto para modelizar los ensayos de endolisinas frente a *X. fastidiosa*. Adicionalmente, plantea el potencial uso de XylEnd11 como agente antibacteriano de amplio espectro frente a otros microorganismos fitopatógenos relacionados. En este sentido, abriría la posibilidad de realizar ensayos con especies del género *Xanthomonas*, también pertenecientes al mismo orden (Lysobacterales) que *Xylella*.

### ● Referencias

EFSA (European Food Safety Authority) (2018). Scientific report on the update of the *Xylella* spp. host plant database. EFSA Journal, 16(9); 5408, 87 pp. Doi: 10.2903/j.efsa.2018.5408

EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health) (2018). Jeger, M., Caffier, D., Candresse, T., Chatzivassiliou, E., Dehnen-Schmutz, K., Gilioli, G., Gregoire, J- C., Jaques Miret, J. A., MacLeod, A., Navajas Navarro, M., Niere, B., Parnell, S., Potting, R., Rafoss, T., Rossi, V., Urek, G., Van Bruggen, A., Van der Werf, W., West, J., Winter, S., Almeida, R., Bosco, D., Jacques, M-A., Landa, B., Purcell, A., Saponari, M., Czwieczek, E., Delbianco, A., Stancanelli, G. & Bragard, C.. Scientific Opinion on the updated pest categorisation of *Xylella fastidiosa*. EFSA Journal 2018;16(7):5357, 61 pp. Doi: 10.2903/j.efsa.2018.5357

### ● Agradecimientos

Damos las gracias al Dr. Riccardo Rosselli por los análisis bioinformáticos previos, conducentes a la síntesis de las endolisinas, y por sus sugerencias y comentarios críticos para abordar este estudio.

# USO DE NANOMATERIALES PARA LA MEJORA DE LA APLICACIÓN DE LA TOXINA Cry3Aa

**Sara Estacio<sup>1\*</sup>, Marine de Breucker<sup>1</sup>, Carolina Rausell<sup>2</sup>, M. Dolores Real<sup>2</sup>, Inmaculada García-Robles<sup>2</sup>, Pedro Amorós<sup>3</sup> y José Vicente Ros Lis<sup>4</sup>**

1: Instituto de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico. Universitat de València.

2: Departamento de Genética, Facultat de Ciències Biològiques. Universitat de València

3: Instituto de Ciencia de Materiales. Universitat de València.

4: Departamento de Química Inorgánica. Universitat de València.

e-mail: Sara.Estacio@uv.es

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La toxina Cry3Aa de *Bacillus thuringiensis* posee una elevada actividad insecticida contra *Leptinotarsa decemlineata* (escarabajo de la patata), una de las plagas más destructivas de plantas solanáceas entre las que se encuentran especies de gran relevancia agroeconómica como son la patata, el tomate y la berenjena. Sin embargo, su eficiencia en campo puede verse limitada por su susceptibilidad a la degradación por exposición a la luz ultravioleta o la lluvia.

Con el fin de incrementar la estabilidad de la toxina durante su aplicación campo, hemos analizado la actividad insecticida de la misma tras su incorporación en nanopartículas UVM-7.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para preparar nanopartículas UVM-7 se necesita 11 mL de ortosilicato de tetraetilo (TEOS) al 98%, 23 ml de trietanolamina (TEAH) a < 99%, se utilizó la cantidad adecuada de butóxido de titanio (IV) dependiendo de la proporción elegida, 4,5 g de bromuro de hexadeciltrimetilamonio (CTAB) a < 98% y 80 mL de agua desionizada. Se añadieron TEOS, TEAH y butóxido de titanio en un vaso de precipitados, y se calentó a 130 °C en agitación constante. Se enfría la disolución a 120 °C y se añade CTAB. Se deja enfriar a 80°C. Se añade agua desionizada y se deja en agitación a temperatura ambiente durante 24 horas.

Pasadas las 24 horas se filtra a vacío obteniéndose un sólido de color blanquecino. Se lava el sólido con agua desionizada y con etanol. El producto resultante se seca a 80°C overnight. Se calcina la muestra en crisol a 550°C durante 6 horas con una rampa de 3°C/min.

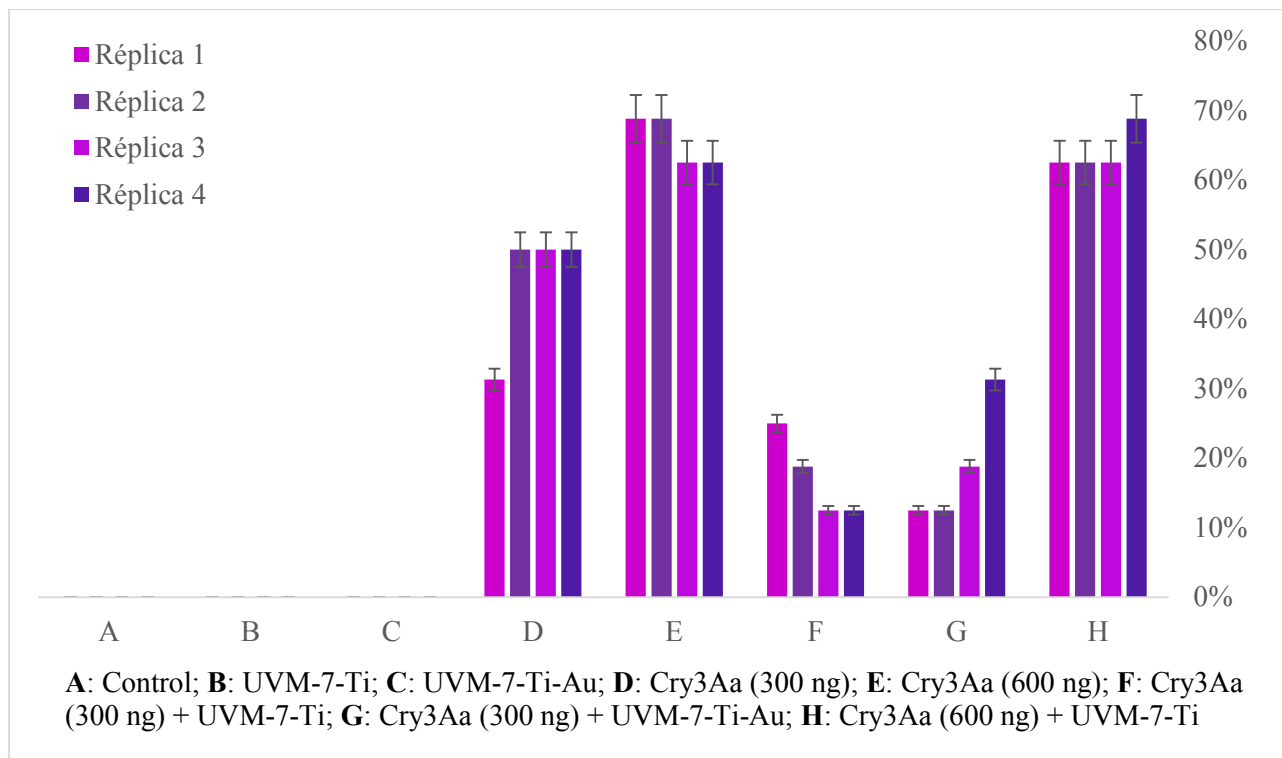
Para añadir el oro a la UVM-7-Ti, se prepara una disolución acuosa de  $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  de  $5 \cdot 10^{-3}$  M. Se calienta a 70°C y se ajusta el pH a 8 con NaOH 0,1M. Se adiciona la muestra y se vuelve a ajustar el pH a 8. Se deja agitando durante una hora a 70°C. El producto resultante se filtra y se lava. Se deja secar en estufa a 90°C durante 13 horas.

Para los bioensayos de trabajo con UVM-7-Ti y UVM-7-Ti-Au. Los bioensayos se realizaron en larvas de *Leptinotarsa decemlineata* de tercer estadio empleando el nanomaterial portador de la toxina Cry3Aa basado en partículas UVM 7-Ti. Las larvas se trataron con (a) la suspensión del nanomaterial portador de toxina (b) toxina disuelta en  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  50 mM (control positivo) y (c) nanomaterial sin toxina en una solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  50 mM (control negativo) y se realizaron al menos 4 réplicas de cada tratamiento utilizando 16 larvas por réplica. Para suministrar los diferentes tratamientos, las larvas (previamente dejadas en ayuno durante 2 h) fueron alimentados con discos de hojas de patata en los que se había depositado un volumen predeterminado de cada tratamiento. Una vez consumido el disco, las larvas se continuaron alimentando con hojas frescas de patata durante 7 días, momento en el que se contabilizó el número de larvas muertas.

En la Gráfica 1 se muestran los resultados de los bioensayos realizados.

## RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Para los bioensayos se decidió trabajar con dos nanomateriales UVM-7 – Ti y UVM – Ti – Au, como se observa en la Gráfica 1. Los resultados obtenidos muestran que las nanopartículas sin la toxina Cry3Aa no causaron mortalidad en las larvas, demostrando su idoneidad como materiales portadores. En las nanopartículas portadoras de toxina, únicamente se observó una correlación dosis-mortalidad similar a la de toxina sin nanomaterial portador cuando se ensayaron volúmenes de la suspensión del nanomaterial UVM 7-Ti con concentraciones de toxina diferentes, por lo que este nanomaterial sería el más adecuado para conferir estabilidad a la toxina manteniendo su actividad insecticida.



Gráfica 1: Resultados de mortalidad de los bioensayos

## REFERENCIAS

Kadoić Balaško M, Mikac KM, Bažok R, Lemic D. Modern techniques in Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) control and resistance management: History review and future perspectives. *Insects* 11(9):581 (2020). doi: 10.3390/insects11090581.

Shen, Y., Cui, B., Wang, Y., & Cui, H. (2021). Marketing strategy and environmental safety of nano-biopesticides. In *Advances in Nano-Fertilizers and Nano-Pesticides in Agriculture* (pp. 265–279). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-820092-6.00011-2>.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha contado con el apoyo de la subvención del programa AGROALNEXT apoyado por el MCIN, la Unión Europea Next Generation (PRTR-C17. I1) y por la Generalitat Valenciana, referencia EUAGROALNEXT/2022/065.

# LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROLINA ENCAPSULADA AUMENTA LA TOLERANCIA DE ARABIDOPSIS A LAS ALTAS TEMPERATURAS

**Vanessa A. Avendaño<sup>1,2</sup>, Jimmy Sampedro-Guerrero<sup>1,2</sup>, Andrea Dalmau-Balaguer<sup>1</sup>, Carolina Clausell-Terol<sup>2</sup>, Aurelio Gómez-Cadenas<sup>1</sup>.**

1: Departamento de Biología, Bioquímica y Ciencias Naturales, Universitat Jaume I, 12071 Castellón de la Plana, Spain

e-mail: almache@uji.es

2: Departamento de Ingeniería Química, Instituto Universitario de Tecnología Cerámica, Universitat Jaume I, 12071 Castellón de la Plana, Spain

**palabras clave:** adaptación vegetal, fitohormonas, osmolitos, quitosano, sílice

## • Introducción y objetivo

Las plantas se encuentran permanentemente sujetas a estreses abióticos y bióticos, por lo que han desarrollado mecanismos adaptativos complejos. Los estreses abióticos, tales como, la sequía, la salinidad y las temperaturas extremas, son las causas principales de la disminución de la producción agrícola a nivel mundial, y se prevé que su incidencia aumente debido al cambio climático. En concreto, el estrés por calor perturba el equilibrio celular, obstaculiza el crecimiento y desarrollo vegetal, y conduce a la esterilidad y disminución del rendimiento.

En condiciones de estrés por calor, las plantas exhiben numerosos mecanismos de defensa, destacando el aumento de la síntesis de proteínas de choque térmico y la síntesis de fitohormonas, así como la producción de varios metabolitos que actúan como osmoprotectores. Cuando las plantas se someten a estrés térmico, se produce la síntesis de prolina por inducción de la pirrolina-5-carboxilato sintasa (P5CS), lo que conduce a la acumulación subsiguiente de este aminoácido, mejorando la tolerancia de las plantas y mitigando el daño oxidativo.

Los efectos beneficiosos de la prolina se pueden potenciar mediante técnicas de liberación retardada. En estudios realizados por el Grupo de Ecofisiología y Biotecnología de la Universitat Jaume I, se demostró que es posible potenciar el efecto protector de varios fitoreguladores mediante su encapsulación y liberación controlada. El objetivo principal de este trabajo consiste en desarrollar nuevas formulaciones de prolina encapsulada con diferentes materiales de recubrimiento para aumentar la tolerancia de las plantas de Arabidopsis al estrés por calor.

## • Material y métodos

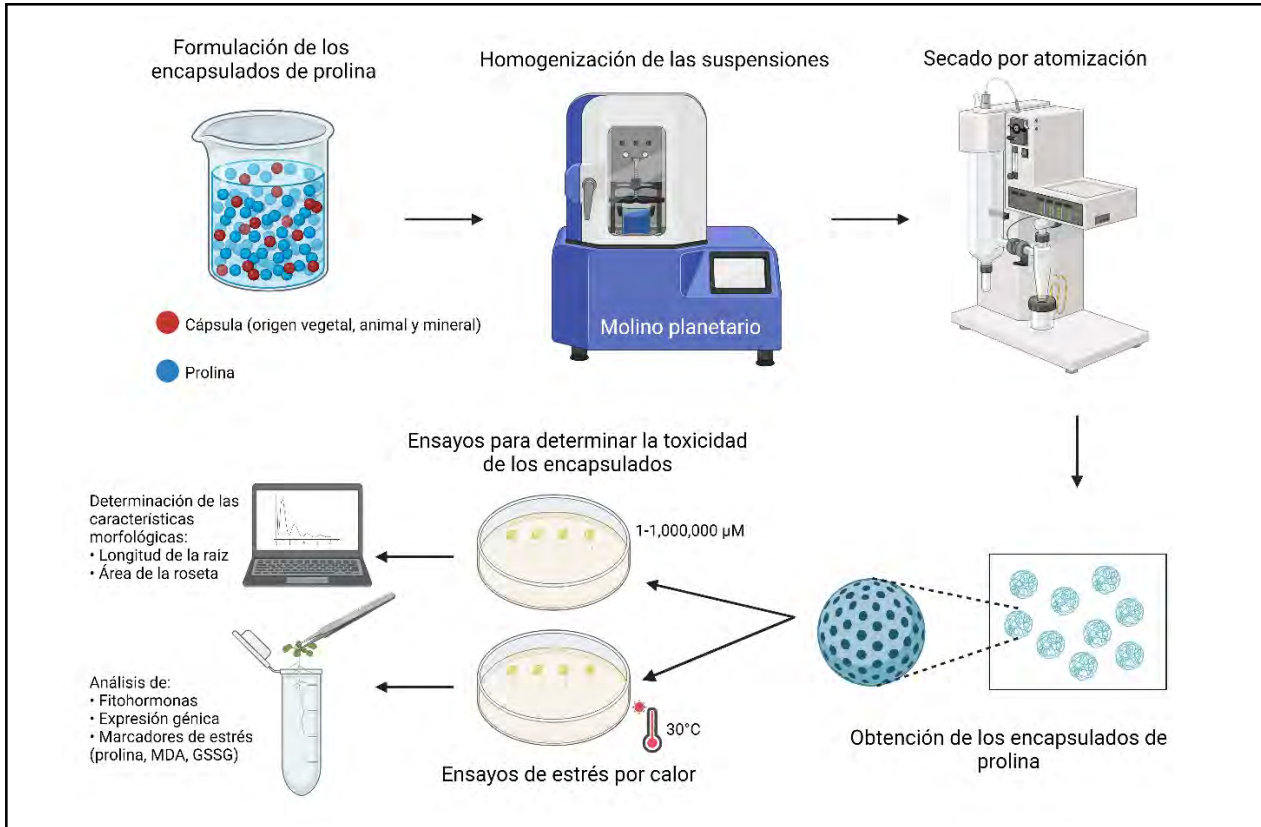


Figura 1. Metodología general empleada.

## • Resultados y conclusión

Nuestros resultados revelan que concentraciones de prolina libre superiores a 1mM tienen un efecto tóxico en las plantas tratadas. Sin embargo, las plantas tratadas con prolina encapsulada a estas concentraciones muestran síntomas de toxicidad mucho menores. La encapsulación permite una liberación controlada y prolongada en el tiempo, reduciendo la concentración de prolina disponible en el medio.

Una vez definida la concentración óptima para trabajar con los encapsulados, se procedió a someter plantas de *Arabidopsis* a estrés por calor. Se observó que aquellas que crecieron en medios con prolina encapsulada presentaron una mayor tolerancia al estrés. El análisis morfológico mostró que las plantas tratadas con el encapsulado tenían una mayor longitud de raíz y un mayor tamaño de roseta.

La ausencia de cambios morfológicos extremos observados está relacionada con un menor desequilibrio entre el ácido salicílico (SA) y el ácido indolacético (IAA). Además, las plantas tratadas con prolina encapsulada mostraron una expresión controlada de los principales genes implicados en la ruta de biosíntesis de la prolina (PCR y P5CS1) y una baja expresión de los genes transportadores de la misma (ProT1, ProT2 y ProT3), lo que sugiere un equilibrio entre la acumulación y el catabolismo de la prolina.

De igual manera, en la ruta de desintoxicación de la planta, se observa una sobreexpresión de dos genes implicados en el ciclo Ascorbato-Glutatión (MDHAR1 y DHAR2), en las plantas control y en las plantas tratadas con la prolina encapsulada, a diferencia de las plantas tratadas con prolina libre, donde se observa la supresión de la expresión de dichos genes, lo que sugiere que la planta no puede eliminar eficazmente el peróxido de hidrógeno.

## • Agradecimientos

This study forms part of the AGROALNEXT programme (AGROALNEXT/2022/010) and was supported by MCIN with funding from European Union NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) and by Generalitat Valenciana.

# AGROALNEXT



Línea estratégica 2: Garantía de suministro de alimentos sanos, seguros, sostenibles y accesibles



## POSTERS WP2

## CARACTERIZACIÓN DE VARIEDADES DE DÁTILES DEL PALMERAL ILICITANO PARA SU VALORIZACIÓN ALIMENTARIA

Ángel Joaquín Ponce Martínez<sup>1</sup>, Judith Rodríguez Párraga<sup>1</sup>, Estrella Sayas Barberá<sup>1</sup>, Casilda Navarro Rodríguez de Vera<sup>1</sup>, Concepción Obón de Castro<sup>1</sup>, Xavier Barber Vallés<sup>2</sup>, Emilia Ferrer Garcia<sup>3</sup>, Patricia Roig Montoya<sup>3</sup>, Juan Manuel Castagnini<sup>3</sup> y José Ángel Pérez Álvarez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH),  
Universidad Miguel Hernández, Orihuela-03312 Alicante, España

<sup>2</sup>CIO-Universidad Miguel Hernández de Elche (Alicante)

<sup>3</sup>Departamento de Medicina Prev. y Salud Púb., CC. Aliment, Toxic.y Med. Lega. Universitat de València, España  
email: aponce@umh.es

**Palabras clave:** Palmeral Ilicitano, Dátil ilicitano, propiedades físico-químicas, valorización, características morfológicas

### Introducción

El Palmeral de Elche es el más grande de Europa y uno de los más grandes del mundo. Este cultivo perfectamente adaptadas a su entorno contribuyendo a la biodiversidad local. Sin embargo, su producción está desaprovechada, ya que se pierde en torno a un 98% del total. Es especialmente destacable, que debido a las características del suelo donde se cultivan las Palmeras Ilicitanas, sus frutos, cuentan con unas características únicas que los diferencian de los dátiles procedentes de palmerales de otros países, especialmente como los de zonas más cálidas del planeta (Obón *et al.*, 2023). También es de interés la variedad confitera, autóctona de esta zona, con mayor cantidad de agua y menor de azúcar y haciendo de estos un fruto menos seco y, por tanto, con una textura más suave en boca, un sabor dulce menos pronunciado con una mayor aceptación. A través de la valorización integral de este cultivo se impulsaría un modelo sostenible de la palmera datilera, altamente productivo con frutos nutritivos y saludables. Por último, cabe mencionar al sector productivo e industrial de la palmera datilera, que se vería beneficiado de su valorización, contribuyendo al mantenimiento de los palmerales, y con ello a la biodiversidad. Por ello, el objetivo del presente estudio fue caracterizar morfológicamente y fisicoquímicamente dátiles de palmeras del Palmeral Ilicitano, y determinar criterios objetivos para la selección posterior enfocados en su valorización alimentaria.

### Materiales y métodos

45 palmeras hembra del Palmeral Ilicitano previamente seleccionadas en base a criterios agronómicos, y del personal especializado. De cada palmera se seleccionaron 15 dátiles al azar, en estado de maduración Rutab (amarillo). De los dátiles recogidos de cada palmera se determinaron las siguientes características morfológicas: tamaño y peso del fruto, tamaño y peso del hueso, peso de la pulpa, peso de la piel y rendimiento de la pulpa con respecto al total. La determinación de color se realizó con un espectrofotómetro Minolta CM-700 y se determinaron las coordenadas CIEL\*a\*b\*. El pH se determinó con un pH-metro GLP21. El contenido en sólidos solubles, se determinó a través de un refractómetro, obteniendo °Brix y finalmente la acidez de los dátiles se determinó por valoración, expresando los resultados % de ácido mayoritario. Todos los análisis se realizaron por triplicado para cada uno de los dátiles de cada palmera. Todos los resultados fueron expresados por su media y desviación estándar y análisis de la varianza (ANOVA) fue realizado en el programa estadístico SPSS (v. 27.0 SPSS).

## Resultados y conclusión

El análisis morfológico mostró que el peso medio del fruto de las 45 palmeras seleccionadas fue  $6.69 \pm 2.44$ g, una longitud de  $31.8 \pm 5.66$  mm, con un rendimiento  $0.43 \pm 0.10$ . Respecto a las propiedades físico-químicas, los dátiles presentaron  $28.98 \pm 10.69$  °B, un pH  $6.34 \pm 0.46$ , una acidez  $21.38 \pm 7.31$ ,  $L^*$   $61.10 \pm 6.71$ ,  $a^*$   $14.51 \pm 4.15$ ,  $b^*$   $40.01 \pm 8.10$ . En base a los datos obtenidos y bibliografía consultada se fijaron los criterios para la selección de las palmeras, en función del rendimiento (peso pulpa/peso fruto), longitud de los dátiles y °B. La decisión de seleccionar de estos criterios se basó en los siguientes indicadores, desde un punto de vista comercial e industrial: (1) Seleccionar aquellos con mayores rendimientos para su máximo aprovechamiento; (2) Selección en base a la longitud de los frutos ( $< \text{ó} >$  a 4 cm) basándonos en el Reglamentación de calidad del dátil de Elche, para la distinción con la marca de calidad CV (ORDEN 11/2023, Generalitat Valenciana); (3) En base al contenido de sólidos solubles, °Brix, para su posterior destino industrial a diferentes matrices alimentaria (dulces o saladas); (4) y finalmente al análisis sensorial por parte de catadores expertos. En base a estos criterios de las 45 palmeras se seleccionaron 16 de ellas. En la Tabla 1 se presentan las características de los dátiles de estas 16 palmeras, que destacaron por su tamaños y rendimientos, y con mayores posibilidades de comercialización en fresco y/o sus posibles usos industriales. Aquellos con la longitud mayor a 4cm podrían presentarse con marca de calidad CV. Respecto a los °Brix, se obtuvieron valores dentro de un rango entre 20 a 60 °B, los dátiles con valores muy altos podrían ser de interés comercial como dátil seco y resultar útiles como edulcorante y aquellos con valores bajos valores para su aprovechamiento en productos alimentarios no dulces. Se concluye, que los parámetros más relevantes en la valorización eficiente e integral de los dátiles se centrarían en rendimientos y °Brix.

**Tabla 1.-** Parámetros morfológicos y físicoquímicos más importantes de los dátiles procedentes de 15 palmeras seleccionadas (medias y desviación estándar)

Código palmera	Peso fruto (g)	Longitud fruto (mm)	Rendimiento (g pulpa/g fruto)	° Brix	pH	Acidez (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
3	$5.24 \pm 1.09$	$28.82 \pm 1.81$	$0.49 \pm 0.03$	$39.33 \pm 1.15$	$6.20 \pm 0.01$	$23.62 \pm 0.00$	$55.51 \pm 1.65$	$13.15 \pm 1.15$	$35.54 \pm 2.35$
4	$9.52 \pm 2.38$	$36.61 \pm 1.03$	$0.56 \pm 0.04$	$30.00 \pm 0$	$6.14 \pm 0.02$	$19.68 \pm 6.82$	$55.49 \pm 2.89$	$19.04 \pm 1.53$	$35.58 \pm 3.90$
5	$10.06 \pm 1.30$	$35.79 \pm 2.45$	$0.56 \pm 0.03$	$30.33 \pm 0.58$	$6.17 \pm 0.02$	$19.68 \pm 6.82$	$61.93 \pm 1.70$	$12.93 \pm 1.39$	$41.67 \pm 1.50$
32	$7.52 \pm 0.88$	$31.25 \pm 2.07$	$0.51 \pm 0.08$	$34.67 \pm 0.58$	$6.44 \pm 0.02$	$23.62 \pm 0$	$53.88 \pm 4.05$	$18.01 \pm 2.06$	$26.12 \pm 5.65$
34	$5.47 \pm 0.62$	$30.16 \pm 1.59$	$0.40 \pm 0.03$	$39.67 \pm 0.58$	$6.15 \pm 0.01$	$19.68 \pm 6.82$	$38.15 \pm 1.96$	$28.87 \pm 3.07$	$11.27 \pm 2.25$
37	$12.72 \pm 0.93$	$49.49 \pm 1.63$	$0.63 \pm 0.02$	$19.00 \pm 1$	$5.73 \pm 0.03$	$15.75 \pm 6.82$	$42.86 \pm 2.11$	$13.66 \pm 2.24$	$14.49 \pm 2.31$
41	$7.46 \pm 1.18$	$33.39 \pm 2.11$	$0.52 \pm 0.07$	$16.00 \pm 0$	$7.10 \pm 0.02$	$11.81 \pm 0$	$65.88 \pm 2.59$	$14.50 \pm 2.58$	$42.06 \pm 2.48$
42	$8.33 \pm 0.84$	$35.75 \pm 1.93$	$0.46 \pm 0.04$	$29.33 \pm 0.58$	$5.83 \pm 0.03$	$19.68 \pm 6.82$	$60.37 \pm 2.08$	$14.65 \pm 2.24$	$44.66 \pm 2.95$
49	$8.09 \pm 0.86$	$33.30 \pm 8.72$	$0.52 \pm 0.04$	$34.33 \pm 0.58$	$6.09 \pm 0.02$	$31.49 \pm 6.82$	$67.21 \pm 1.66$	$6.36 \pm 1.28$	$35.27 \pm 2.58$
52	$11.54 \pm 1.49$	$41.88 \pm 2.03$	$0.50 \pm 0.06$	$66.67 \pm 5.77$	$5.80 \pm 0.01$	$19.68 \pm 6.82$	$64.35 \pm 2.70$	$10.46 \pm 2.34$	$41.24 \pm 2.22$
57	$7.61 \pm 1.13$	$33.61 \pm 2.08$	$0.60 \pm 0.03$	$10.00 \pm 0$	$5.81 \pm 0.01$	$23.62 \pm 0$	$64.39 \pm 1.82$	$13.18 \pm 2.03$	$47.16 \pm 1.83$
60	$5.57 \pm 0.50$	$30.98 \pm 1.24$	$0.37 \pm 0.04$	$20.33 \pm 0.58$	$6.46 \pm 0.01$	$15.75 \pm 6.82$	$67.56 \pm 1.85$	$17.54 \pm 3.09$	$45.45 \pm 1.83$
68	$9.01 \pm 1.58$	$32.57 \pm 2.22$	$0.52 \pm 0.04$	$21.00 \pm 1$	$7.39 \pm 0.01$	$19.68 \pm 6.82$	$67.49 \pm 3.09$	$12.99 \pm 1.48$	$47.33 \pm 2.57$
73	$8.92 \pm 1.17$	$37.17 \pm 2.68$	$0.54 \pm 0.04$	$30.00 \pm 0$	$6.53 \pm 0.04$	$19.68 \pm 6.82$	$61.08 \pm 2.68$	$12.75 \pm 1.10$	$40.54 \pm 3.16$
75	$8.84 \pm 1.28$	$39.39 \pm 3.78$	$0.37 \pm 0.07$	$41.67 \pm 0.58$	$6.09 \pm 0.01$	$23.62 \pm 0$	$59.28 \pm 4.19$	$13.81 \pm 1.44$	$41.74 \pm 5.35$
76	$6.06 \pm 0.79$	$25.88 \pm 1.88$	$0.44 \pm 0.04$	$40.00 \pm 0$	$6.38 \pm 0.03$	$23.62 \pm 0$	$60.05 \pm 2.07$	$15.07 \pm 1.06$	$44.96 \pm 3.09$

## Bibliografía

Obón, C., Rivera, D., Amorós, A., Díaz, G., Alcaraz, F., & Johnson, D. V. (2023). Botany and Physiology of Date Palm. *Date Palm*, 22-64.

ORDEN 11/2023, de 15 de mayo, de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, por la que se aprueba la reglamentación de calidad del dátil de Elche, para la distinción con la marca de calidad CV. [2023/5254.]

**Agradecimientos:** Este trabajo ha contado con el apoyo del Plan Complementario de Agroalimentación (AGROALNEXT-059) financiado por MCIN con fondos NextGenerationEU de la Unión Europea (PRTR.C17.I1) y la Generalitat Valenciana, con el título: “Valorización integral de recursos agroalimentarios tradicionales de la Comunitat Valenciana. Desarrollo de nuevos productos de uso agrícola y alimentario a partir del dátil ilicitano. Reconocimiento a la Catedra Palmeral de Elche de la UMH por su apoyo.



# IMPACTO DE LA FERMENTACIÓN LÁCTICA EN EL AROMA DE BEBIDAS FUNCIONALES DE CHUFA, ALGARROBA Y ARROZ

Matteo Vitali<sup>1</sup>, Arancha de-la-Fuente-Blanco<sup>2</sup>, Claudia Antonino<sup>3</sup>, Ana Escudero<sup>2</sup>, Cristina Peña<sup>2</sup>, Mónica Gandía<sup>1</sup>, Antonio Cilla<sup>1</sup> y Amparo Gamero<sup>1</sup>

1: Grupo Bionutest, Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, Universitat de València. Av. Vicente Andrés Estellés s/n. 46100. Burjassot, Valencia, España.

e-mail: amparo.gamero@uv.es

2: Laboratorio del Análisis del Aroma y Enología (LAAE), Facultad de Ciencias, Departamento Química Analítica, Universidad de Zaragoza, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2) (UNIZAR-CITA). c/ Pedro Cerbuna, 12 5009 Zaragoza, España.

3: Department of Soil, Plant and Food Sciences (Di.S.S.P.A.). Food Science and Technology Unit University of Bari "Aldo Moro". Via G. Amendola, 165/A Bari (Italy)

**Palabras clave:** bebidas vegetales; fermentación láctica; aromas; olfatometría; análisis sensorial

## Introducción y objetivo:

La fermentación es una metodología limpia y sostenible que puede emplearse para el desarrollo de nuevos productos a partir de materias primas vegetales de proximidad, tales como la chufa, la algarroba y el arroz. Este proceso biológico presenta un impacto significativo sobre el aroma de los productos que condiciona su aceptabilidad por parte de los consumidores, por lo que su análisis es crucial para su éxito en el mercado. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de la fermentación láctica llevada a cabo por 4 consorcios bacterianos diferentes en el aroma de 3 bebidas vegetales elaboradas con chufa, algarroba o arroz.

## Material y métodos:

Las bebidas vegetales fueron elaboradas por la empresa Monvital (Valencia) a partir de chufa (agua 80% y chufa 20%), algarroba (agua 90% y algarroba 10%) o arroz (agua 91,9%; arroz 8% y sal marina 0,1%) y fermentadas a 37°C por 4 *starters* comerciales diferentes de bacterias acidolácticas: DANISCO VEGE 022 (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* NCFM, *Bifidobacterium lactis* HN019 y *Lactobacillus plantarum*), 033 (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*), 053 (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. acidophilus* NCFM, *B. lactis* HN019 y *Lactococcus lactis*) y 061 (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. acidophilus* NCFM, *B. lactis* HN019 y *Lactobacillus paracasei*), previa adición de glucosa 7,5 g/100mL en chufa y arroz y 16g/100mL en algarroba. La fermentación de la bebida de chufa transcurrió durante 24 h, la de algarroba durante 72 h y la de arroz durante 48 h.

Se realizaron distintos tipos de análisis:

- Cromatografía de gases con detección olfatómetrica (GC-O) de las bebidas de chufa, algarroba y arroz sin fermentar y de un *pool* de las bebidas fermentadas de cada tipo. La evaluación la realizaron 6 panelistas entrenados con el objetivo de identificar las zonas de olor más significativas en las bebidas fermentadas. Para cada zona de olor se calculó su frecuencia modificada (FM) y el índice de retención lineal.
- Análisis sensorial. Se realizaron dos estudios independientes, ambos llevados a cabo por 12 panelistas entrenados. En un primer experimento se evaluaron simultáneamente las 15 muestras (4 fermentadas y una sin fermentar, para las 3 matrices) mediante Napping [1] con el objetivo de ver lo diferentes que

eran las muestras y para establecer los descriptores aromáticos que mejor las describían. En el segundo experimento, se evaluaron las 5 muestras de cada matriz por separado para los descriptores resultantes del Napping mediante análisis descriptivo convencional en una escala de intensidad no estructurada de 10 cm (0 = ausencia; 5= media; y 10= muy alta) para comprobar la diversidad sensorial asociada al factor fermentación en las muestras.

## Resultados y conclusión:

Los resultados obtenidos en cada técnica y para cada bebida son los siguientes:

- GC-O
  - Chufa: se han encontrado 27 zonas de olor. La fermentación aporta aromas a “láctico/ mantequilla”, “pintalabios/ grasa”, “caramelo/algodón de azúcar”, “tostado/floral” y “vegetal/verde” y reduce los aromas a “quemado/verde”, “avecrem/cuero” y “humedad/champiñón”.
  - Algarroba: se han encontrado 35 zonas de olor. La fermentación aporta aromas a “láctico/ mantequilla”, “verde/vegetal”, “establo/fenólico”, “queso/láctico”, “especias/verde” y “queso/rancio” y reduce los aromas a “fresa/mantequilla”, “grasa/anisado”, “medicinal/anisado”, “champiñón/tierra húmeda”, “basura/desagradable” y “floral/vegetal”.
  - Arroz: se han encontrado 22 zonas de olor. La fermentación aporta aromas a “láctico/mantequilla” y reduce los aromas a “vinagre/ácido”, “vegetal/ hierba”, “ácido graso/rancio” y “establo/fenólico”.
- Napping & Análisis sensorial descriptivo
  - Chufa: la muestra sin fermentar presenta notas a “vegetal/herbal”, “frutos secos”, “tostado” y “cereal”. El perfil de esta muestra es completamente diferente a las muestras fermentadas, donde despuntan las notas “láctico/mantequilla” y “frutal/floral”. Sin embargo, la muestra CH061 presenta las mayores puntuaciones de “graso/rancio” respecto al resto de muestras fermentadas. Todo ello parece indicar que el balance atributos positivos/atributos negativos es favorable para las muestras CH022, CH033 y CH053 en esta matriz.
  - Algarroba: la muestra sin fermentar presenta notas a “láctico/mantequilla”, “queso/sudor” y “sotobosque”. El perfil de esta muestra es completamente diferente a las muestras fermentadas, donde despuntan las notas “fenólico/animal” y “frutal/floral”. Sin embargo, la muestra AL061 presenta las mayores puntuaciones de “frutal/floral” respecto al resto de muestras fermentadas. Por otro lado, la muestra AL033 presenta además notas a “alcohólico” y “sotobosque”, mientras que la AL053 presenta mayores puntuaciones de “queso/sudor”. Todo ello parece indicar que el balance atributos positivos/atributos negativos es favorable para la muestra AL061 en esta matriz, y en menor medida la AL022, pero con menor intensidad del atributo “frutal/floral”.
  - Arroz: la muestra AR022 tiene un perfil muy similar a la muestra sin fermentar, donde despuntan los atributos verdes como “vegetal/herbal” o “sotobosque”, mientras que las muestras AR033, AR053 y AR061 presentan notas “láctico/mantequilla”. Sin embargo, la muestra AR053 presenta además notas a “animal/fenólico” y “vinagre”. Todo ello parece indicar que el balance atributos positivos/atributos negativos es favorable para las muestras AR033 y AR061 en esta matriz.

## Agradecimientos:

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/047) con el apoyo del MCIN y financiación de la Unión Europea Next Generation EU (PRTR-C17.II) y la Generalitat Valenciana. Matteo Vitali disfruta de un contrato de personal investigador en el proyecto mencionado (CPI-22-735).

## Bibliografía:

1. Varela, P. and G. Ares, *Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization*. Food Research International, 2012. **48**(2): 893-908.

Tipo de comunicación preferida:

1. oral

## MÉTODO VERDE PARA OBTENER FIBRAS DE CELULOSA A PARTIR DE RESIDUOS DE *POSIDONIA OCEANICA*

Paula Camarena-Bonoad<sup>1\*</sup>, Pedro A.V. Freitas<sup>1</sup>, Amparo Chiralt<sup>1</sup>, Maria Vargas<sup>1</sup>

1: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos-FoodUPV, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia  
e-mail: paucabo@doctor.upv.es

**Palabras clave:** *Posidonia oceanica*, fibras de celulosa, extracción con agua subcrítica, blanqueo.

### 1. Introducción y objetivo

La *Posidonia oceanica* (PO) es la planta acuática más abundante en el Mar Mediterráneo. Los restos de PO se acumulan en las playas y es necesario su retirada y transporte a vertederos, lo que supone importantes pérdidas de materia orgánica y emisiones de CO<sub>2</sub>. El objetivo de este trabajo es el aprovechamiento del residuo de la *Posidonia oceanica* mediante un proceso respetuoso con el medio ambiente utilizando la extracción en agua subcrítica y posterior blanqueo con peróxido de hidrógeno, con el fin de obtener fibras de celulosa.

### 2. Material y métodos

Se llevó a cabo una extracción con agua subcrítica (SWE) de los residuos de hojas de *Posidonia oceanica* (PO), secas y molidas, mediante un reactor a presión. Se empleó una proporción de PO:agua destilada de 1:15 (p/v), usando dos condiciones de extracción: 150 °C, 5 bares y 170 °C, 9.5 bares, a 150 rpm durante 30 min. Se realizó un tratamiento de blanqueo de los residuos insolubles de la extracción (R150 y R170) con el fin de obtener fibras de celulosa según la metodología descrita por Freitas et al. (2023). Para cada residuo de extracción se utilizaron soluciones de peróxido de hidrógeno al 4% y 8% (pH =12), con 4 ciclos de 1 hora cada uno, obteniendo así diferentes residuos blanqueados: BR150-4%, BR150-8%, BR170-4% y BR170-8%. Se determinó el rendimiento para cada tratamiento, así como el contenido en polímeros estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) de las diferentes muestras, tal como describen Freitas et al. (2022).

### 3. Resultados y conclusión

La Figura 1 muestra el diagrama de flujo del proceso combinado de extracción y blanqueo utilizado para obtener fibras de celulosa a partir de residuos de PO. El balance de masa, teniendo en cuenta el rendimiento en sólidos de la fracción soluble y la insoluble supone una recuperación del 97 y 93 % de la masa inicial de sólidos, a 150°C y 170°C, respectivamente. La extracción a 170 °C fue más efectiva en sólidos extraídos, lo que implica un mayor enriquecimiento en celulosa del residuo R170. El rendimiento global del proceso de extracción más blanqueo fue de 47-44% y 25-24%, respectivamente para las muestras BR150 y BR170, lo que indica una mayor eliminación de compuestos no celulósicos y por tanto una mayor pureza en celulosa de las muestras BR170. La Tabla 1 muestra estos contenidos, donde se incluye además el contenido en hemicelulosa, lignina y cenizas. La mayor concentración de peróxido de hidrógeno no supuso una mejora del proceso de blanqueo, por lo que 4% sería recomendable en aras al menor consumo de químicos. Por tanto, el método propuesto con la extracción a 170 °C y 4 % de agua oxigenada para el blanqueo, permite obtener de forma más efectiva fibras de celulosa con un rendimiento del 25 % respecto a la biomasa inicial y una pureza de la celulosa del 96 %.

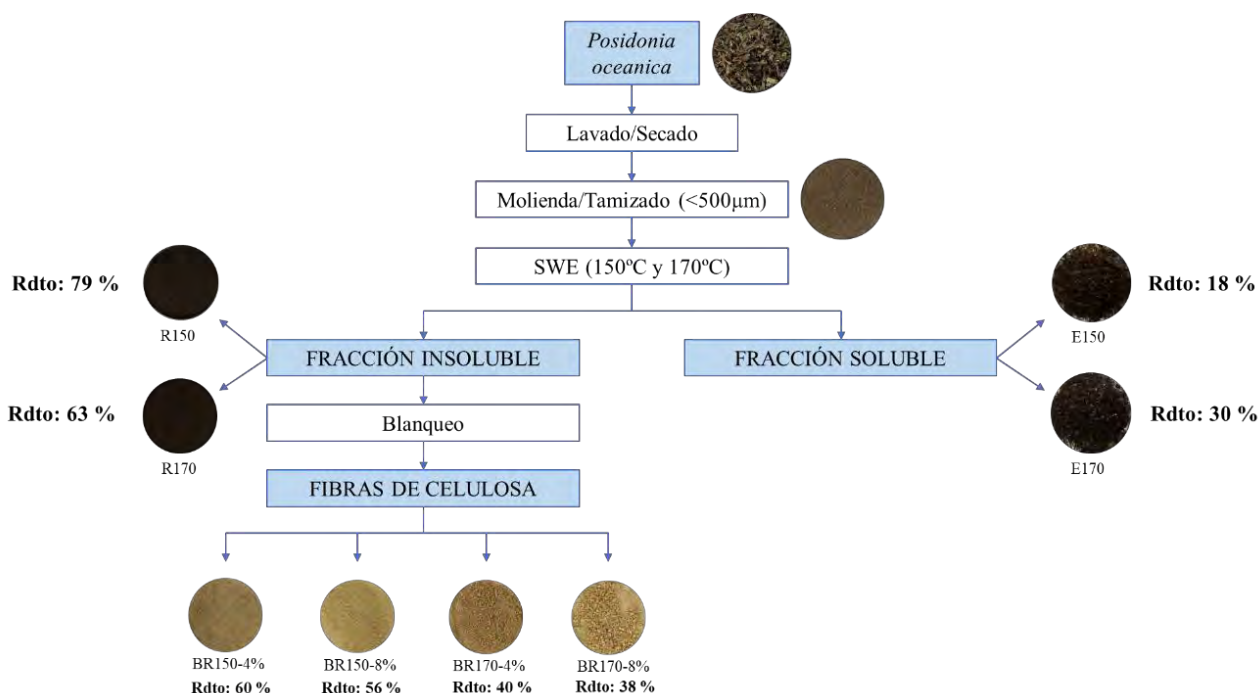


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso utilizado para la extracción con agua subcrítica y blanqueo para la obtención de fibras de celulosa del residuo de *Posidonia oceánica* (PO). Se muestran las imágenes de las distintas fracciones obtenidas y el rendimiento en cada etapa (g sólidos de entrada /100 g sólidos de salida).

Tabla 1. Composición del residuo de *Posidonia oceánica* (PO), de los residuos de extracción subcrítica obtenidos a 150 °C (R150) y 170 °C (R170) y de los diferentes residuos lignocelulósicos después del blanqueo con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 4 y 8 % (BR150-4%, BR150-8%, BR170-4% y BR170-8%).

Tratamiento	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)	Cenizas (%)
PO	13.5 ± 0.2	4.8 ± 0.4	13.6 ± 0.3	19.6 ± 2.5
R150	38.8 ± 3.9	10.6 ± 1.0	20.6 ± 1.2	8.4 ± 0.2
R170	51.1 ± 0.7	4.6 ± 0.1	23.5 ± 0.4	10.3 ± 0.3
BR150-4%	67.0 ± 5.3	19.8 ± 0.8	9.6 ± 0.7	10.8 ± 0.7
BR150-8%	63.4 ± 0.3	17.9 ± 1.6	7.7 ± 0.4	12.5 ± 0.0
BR170-4%	96.3 ± 3.1	8.8 ± 0.1	10.2 ± 0.1	10.4 ± 0.2
BR170-8%	84.6 ± 1.0	7.7 ± 0.2	10.0 ± 0.1	4.9 ± 1.1

#### 4. Referencias

Freitas, P. A., Martín-Pérez, L., Gil-Guillén, I., González-Martínez, C., & Chiralt, A. (2023). Subcritical Water Extraction for Valorisation of Almond Skin from Almond Industrial Processing. *Foods*, 12(20), 3759.

Freitas, P. A., Gonzalez-Martinez, C., & Chiralt, A. (2022). Applying ultrasound-assisted processing to obtain cellulose fibres from rice straw to be used as reinforcing agents. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 76, 102932.

#### 5. Agradecimientos

Proyecto AGROALNEXT/2022/026 y Proyecto TED2021 132295B-I0 apoyados por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU.

# USO DE LA IMPRESIÓN 3D PARA LA OBTENCIÓN DE GALLETAS CON HARINA DE ALGARROBA.

Anja Kaastra<sup>1</sup>, Purificación García-Segovia, Javier Martínez-Monzó<sup>1\*</sup>

1: i-Food, Instituto de Ingeniería de Alimentos, Universitat Politècnica de València.  
Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (España).  
e-mail: xmartine@tal.upv.es

**Palabras clave:** Impresión 3D, harina de algarroba, propiedades texturales, polifenoles, capacidad antioxidante.

## Introducción y objetivos.

La personalización es una de las tendencias en el desarrollo de nuevos productos alimentarios que más está creciendo en los últimos años. En este contexto la tecnología de impresión 3D de alimentos puede ser una de las alternativas para este tipo de productos ya que permite de una manera ágil la modificación de formas y texturas de éstos (Ma & Zhang, 2022). Por otra parte, esta tecnología también puede ser utilizada para evaluar nuevas formulaciones que permitan introducir ingredientes con elevado valor nutricional. En este trabajo se desarrollaron galletas impresas en 3D sin gluten en las que se sustituyó parte de la harina por harina de algarroba para agregar valor nutricional a las galletas. Además, se estudió el efecto de uno de los parámetros de diseño de impresión como es el porcentaje de relleno de la figura, para analizar su efecto sobre las características texturales del producto final (Fahmy et al., 2021).

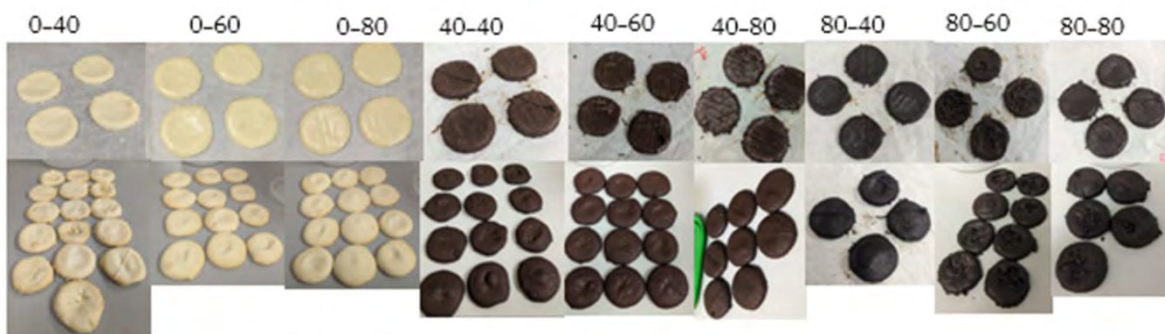
## Material y métodos.

Se desarrollaron tres formulaciones con diferentes niveles de sustitución de harina sin gluten por harina de algarroba (0%, 40% y 80%). Se Para incluir las posibilidades de la impresora, las galletas se imprimieron con diferentes niveles de relleno (40, 60 y 80%). Se utilizó una impresora 3D modelo Tronxy Moore 1 (Tronxy technology Co, Shenzhen China. El diseño de la galleta se realizó utilizando la versión web de Autodesk Tinkercad (Tinkercad, Autodesk, Inc., San Rafael, California, EE. UU.) después de lo cual el diseño se tradujo al código G utilizando Ultimaker Cura 5.4.0. (Ultimaker B.V., Geldermalsen, Países Bajos). En el diseño se utilizaron diferentes porcentajes de relleno para evaluar el efecto sobre la textura de la galleta (40%, 60% y 80% de relleno). A las masas de les evaluó el color, las propiedades reológicas mediante un ensayo oscilatorio y la textura mediante un ensayo de extrusión. A las galletas impresas se evaluó su tamaño y peso, color, textura (mediante un ensayo de corte), así como su actividad antioxidante y contenido en polifenoles.

## Resultados y conclusión.

Los resultados mostraron que la formulación que contenía algarroba fue capaz de fluir a través

del sistema de impresión. La algarroba aumenta los parámetros reológicos de la masa, dando lugar a una masa muy elástica y viscosa. El aumento en el contenido de algarroba no mostró una diferencia significativa en las propiedades texturales de la galleta. Las galletas con algarroba presentaron una cantidad significativa de polifenoles y elevada capacidad antioxidante. El diseño del relleno no influyó en el color de las galletas horneadas. No obstante, y como cabía esperar el relleno aumenta significativamente el peso de las galletas afectando a la dureza de éstas. El número total de polifenoles y antioxidantes aumentó con el aumento de la densidad del relleno. Podemos concluir que la algarroba se puede utilizar en productos horneados impresos en 3D para incrementar el valor nutricional de los mismos. Por otra parte, la impresión 3D de galletas con modificación del porcentaje de relleno permite un diseño de la textura de éstas pudiendo definir su dureza para adaptarlas a los gustos del consumidor.



**Figura 1.** Galletas con harina de algarroba antes (parte superior) y después del horneado (parte inferior). El primer número indica el porcentaje de sustitución de la harina y el segundo el porcentaje de relleno de la figura impresa.

### Referencias.

1. Yizhou Ma, Lu Zhang (2022). Formulated food inks for extrusion-based 3D printing of personalized foods: a mini-review. *Current Opinion in Food Science*, Volume 44,100803. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.12.012>.
2. Ahmed Raouf Fahmy, Laura Sophie Amann, Andreas Dunkel, Oliver Frank, Corinna Dawid, Thomas Hofmann, Thomas Becker, Mario Jekle (2021). Sensory design in food 3D printing – Structuring, texture modulation, taste localization, and thermal stabilization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 72,102743. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102743>.

### Agradecimientos.

Este trabajo ha sido financiado por la Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital, Generalitat Valenciana mediante el proyecto AGROALNEXT/2022/001.

# NUEVOS SNACKS DE LEGUMBRES EN BASE A LAS CREACIONES DE NIÑOS Y PERFILADAS POR LOS PADRES

**Elizabeth Carrillo<sup>1\*</sup>, Ana Heredia<sup>2</sup>, Ana Andrés<sup>2</sup> y Amparo Tárrega<sup>1</sup>**

1: Percepción, comportamiento del consumidor y nutrición adaptada. Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (IATA-CSIC).  
C/Agustín Escardino 7, Paterna 46980.  
e-mail: [ecarrillo@iata.csic.es](mailto:ecarrillo@iata.csic.es)

2: Instituto de Ingeniería de Alimentos FoodUPV  
Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n 46022 Valencia

**Palabras clave:** Legumbres, alimentos saludables, consumidores (niños), optimización nuevas ideas de productos.

## **Introducción y objetivo**

La obesidad infantil es un problema de salud atribuido principalmente al consumo excesivo de productos con alto contenido de grasas y azúcares. Incrementar el consumo de legumbres es una de las recomendaciones de la OMS en la dieta infantil. Las legumbres se toman en los países mediterráneos, pero principalmente como parte de platos tradicionales de cuchara y no suelen gustar mucho a los niños. La innovación aplicada a la creación de nuevos productos a base de legumbres para niños puede ser una estrategia exitosa para mejorar su dieta. El objetivo de este trabajo fue conocer las ideas de los padres hacia cuatro conceptos de productos con legumbres generados por los niños en un estudio previo de co-creación e identificar las características que deben tener estos productos para que gusten a los niños y los incorporen en su dieta.

## **Material y métodos**

Se organizaron dos grupos, cada uno con 6 – 9 participantes, padres de niños de (6 a 12 años). Los participantes fueron compensados por las molestias ocasionadas por su participación con una vale-regalo. Para conseguir el objetivo planteado se aplicaron técnicas cualitativas de estudio de consumidor (Grupos de enfoque o discusión). Cada grupo asistió a una sesión de grupos de enfoque que duró unos 60 minutos. En cada una de las sesiones, tras dar la bienvenida e introducir a los participantes en la dinámica de la sesión, se inició la discusión y los temas que se trataron fueron: 1. Alimentos saludables que los niños han incorporado a su dieta recientemente y los motivos del cambio, 2. Ideas sobre el concepto y aspectos facilitadores de los nuevos productos en base a legumbres: Barrantas, Tortitas, Untables, Rosquilletas y palitos. En cada sesión además del moderador, otros dos técnicos participaron en las sesiones (tomaron nota de la conversación). Para el análisis de datos, el texto se analizó de forma independiente por cada uno de los tres técnicos para extraer las ideas principales. Tras discusión y consenso de los tres investigadores se elaboró la lista final de ideas para cada uno de los temas.

## **Resultados y conclusión**

De acuerdo a los padres, para incorporar nuevos alimentos saludables en la dieta de los niños se necesita un contexto especial o diferente a la rutina. Principalmente los cambios que propician el probar e incorporar nuevos productos se basan en un entorno social distinto, a través de asociaciones con nuevas experiencias, recomendaciones por amigos o por imitar al entorno, combinado con otras cosas que le gusta, por

recomendación de *influencers*. Por otro lado, en el diseño de un nuevo producto se debe evitar alimentos de color verde, que digan que son saludables, no llamativo, o con aspecto raro. Para los niños, distintas texturas como tropezones, rugoso, grumoso no suelen ser de agrado.

Las Principales características que mencionan los padres para los nuevos productos de legumbres son:

**Barritas de legumbres.** De acuerdo a los padres, los niños prefieren las barritas dulces. En general, las barritas para niños no las ven en “salado”. Sin embargo, mencionan que el concepto tipo salado lo ven muy conveniente si fuera una tortita. Las características que deben tener son: 1. Sabores: Chocolate negro o blanco; 2. Ingredientes que pueden tener las barritas: Frutos secos, fruta (En forma de mermelada o desecada, que no se vea lo que es); 3. Textura y forma: La textura puede ser tipo gominola, o tipo Kit Kat, mars (pero más crujiente). Forma alargada.

**Tortitas de legumbres.** Este formato solo lo ven en versión salado. Las características que deben tener son: 1. Sabores: Jamón, queso, sabor pizza (tomate y orégano), picante. Con mucho sabor o saborizante, 2. Ingredientes que gustaría a los niños en las tortitas: olivas verdes, semillas o pipas; 3. Forma: Cuadrada, triangular o alargada, formas distintas a la tradicional redonda y se pueda diferenciar de la tortita o como un snack tipo galleta TUC; 4. Otras características: Que manchen los dedos. Los padres mencionan que sus hijos comen picante, pero algunos dicen que no lo comprarían.

**Untables de legumbres.** Los padres se dividen casi por igual en los que ven un untable de legumbre como un producto para sus hijos y los que no. Los que sí, indican que mejor salados y bien para dipear o como relleno de bocadillo, de sabores a: queso, tomate, olivas, bacón, pimentón, picante. Textura: que sea homogénea, que no tenga tropezones. Otras características del producto: El untable debería ser para dipear y que venga con los palitos y/o algo para acompañar. Preferible que no sea refrigerado porque es más cómodo para transportar.

**Rosquilletas y palitos:** Es la idea de producto que más gusta, el concepto lo ven apropiado para ser convertido en una versión saludable y saciante. El producto debe tener las siguientes características: 1. Sabores: Parecido a una rosquilla convencional, o con otros sabores como queso, pizza, sobrasada, y picante, 2. Forma del producto: En forma de animales para los niños más pequeños. Alargada para los mayores, o en cuadrados pequeños para que no se rompa; 3. Textura: crujiente y que no se rompa dentro del envase.

### **Conclusiones:**

En la aceptación de un nuevo producto a base de legumbres por los niños, no solo influyen las características sensoriales del producto, sino también el contexto. Por ejemplo, la publicidad a través de canales de información como Tik tok o youtubers, recomendación por los amigos, asociarlo a fiestas (por ejemplo, formas divertidas de halloween). También la familiaridad hacia un producto, es una estrategia para introducir legumbres.

De acuerdo a los padres, la idea de producto que más gustará a sus hijos son las rosquilletas/palitos, pero en una versión saludable y que a la vez sea saciante y atractiva. Los untables los ven llamativos si son salados. Con respecto a los mensajes en el envase, estos no se deberían centrar en la palabra legumbres.

### **Referencias**

Teixeira, B., Afonso, C.; Rodrigues, S., and Oliveira, A. (2022). Healthy and Sustainable Dietary Patterns in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Adv Nutr*13:1144–1185.

Banović M., Krystallis, A., Guerrero L., Reinders, M. (2016). Consumers as co-creators of new product ideas: An application of projective and creative research techniques. *Food Research International* 87, 211–223.

### **Agradecimientos**

Programa AGROALNEXT apoyado por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1).

MCIN/AEI por la acreditación de excelencia Severo Ochoa (CEX2021-001189-S/MCIN/AEI / 10.13039/501100011033)



# Propiedades sensoriales de ingredientes obtenidos de hidrolizados enzimáticos de insecto

Ana Salvador\*, Leticia Mora, Fidel Toldrá, Carmela Belloch y Mónica Flores

Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), CSIC.  
Avenida Catedrático Agustín Escardino 7, Paterna-46980 (España).  
e-mail: asalvador@iata.csic.es

**Palabras clave:** insecto, hidrolizado, aroma cárnico, sensorial.

## Introducción

La eliminación completa de las proteínas animales de los alimentos, como ocurre en los productos veganos, no es del todo aceptada por la mayoría de los consumidores por la falta de aromas y sabores “cárnicos” (Hartmann & Siegrist, 2017). Por ello es esencial obtener ingredientes naturales a partir de proteínas alternativas no cárnicas que puedan ser utilizados para mejorar y aumentar el aroma y sabor cárnicos en análogos de carne. Se ha visto que los insectos poseen un gran potencial para producir sustancias volátiles (Patrignani et al., 2020) aunque no se conoce su habilidad para dar notas aromáticas cárnicas. Por ello, el objetivo de este trabajo es obtener un ingrediente basado en la utilización de una proteína alternativa a base de insecto (*Tenebrio molitor*) la cual ha sido previamente sometida a un proceso de hidrólisis enzimática y liofilizada.

## Material y Métodos

**Preparación de muestras con hidrolizados de insecto.** Se empleó harina de insecto (*Tenebrio molitor*) sometida a un proceso de hidrólisis enzimática y posterior liofilización. El producto hidrolizado y liofilizado de insecto (rendimiento 51 %) se utilizó como substrato en diferentes condiciones de reacción obteniendo diferentes muestras (Tabla 1). Las muestras se disolvieron en un tampón fosfato 0,1 N pH 6.0 al que se añaden los solutos indicados en la Tabla 1, insecto hidrolizado-liofilizado (6,5 %), azúcar, y otros (aminoácidos). Posteriormente, se mezclaron en un vortex durante 5 min y se calentaron a 98°C durante 5 min. La reacción se terminó enfriando las muestras en un baño de hielo y se almacenaron a -20°C hasta el análisis sensorial. Para determinar el efecto de la presencia de proteína de insecto hidrolizada en el medio de reacción se utilizaron dos controles que no contenían dicho hidrolizado.

Tabla 1. Composición de las muestras empleadas en el análisis sensorial

	Tampón	Insecto hidrolizado	Azucar	Otros
T-Ax	SI		A	X
T-Bx	SI		B	X
IN-A	Si	IN	A	
IN-Ax	Si	IN	A	X
IN-B	Si	IN	B	
IN-Bx	Si	IN	B	X

**Análisis sensorial FCP.** Para caracterizar sensorialmente las diferentes muestras se utilizó un Análisis de Perfil de Libre Elección con un panel de 20 personas. En una primera sesión, los catadores generaron los descriptores aromáticos que describían las muestras mediante el método de Descripción entrecruzada. Para ello, se presentaron a los catadores 3 muestras diferentes con el fin de agruparlas según sus similitudes o diferencias indicando los descriptores, que les han ayudado para diferenciarlas,



# EL BAGAZO DE NARANJA COMO MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCIÓN DE INGREDIENTES FUNCIONALES. EFECTO DEL SECADO Y DE LA DIGESTIÓN GASTROINTESTINAL *IN VITRO*

Noelia Betoret<sup>1\*</sup>, Ester Betoret<sup>1</sup>, Stevens Duarte<sup>1</sup>, María San Juan<sup>1</sup>, Nuria Jiménez-Hernández<sup>2</sup> y María José Gosalbes<sup>2</sup>

1: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos - FoodUPV, Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, (España).

e-mail: noebeval@tal.upv.es

2: Área de Genómica y Salud, Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunidad Valenciana-Salud Pública. Avenida Cataluña 21, 46020 Valencia, España.

## Introducción y objetivo

España es el primer país productor de naranja de la UE, con el 60% de la producción. Una parte importante se destina a la extracción de zumo generando un bagazo que representa el 60% del peso de la materia prima e incluye piel (60-65%), pulpa (30-35%) y semillas (0-10%). Este bagazo se aprovecha de formas diversas; como alimento para ganado, para la extracción de aceites esenciales, pectina y otros componentes minoritarios y en algunos casos para la producción de energía. Sin embargo, su riqueza en fibra y componentes bioactivos lo convierten en un sustrato adecuado para la producción de ingredientes funcionales con potencial efecto sobre la microbiota.

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la operación de deshidratación y del tamaño de partícula sobre las propiedades físico-químicas, tecnológicas y funcionales de ingredientes en polvo obtenidos a partir de bagazo de naranja (*var. Clementina*); y el efecto de la digestión gastrointestinal *in vitro* sobre la liberación de los componentes con capacidad antirradical.

## Material y métodos

El bagazo de naranja se trituró a 5000 rpm durante 20 s para disminuir el tamaño de los trozos y facilitar el secado. Las muestras se deshidrataron por aire caliente a 60 y 70 °C en un secador de bandejas (Poleko Aparatura, Katowice, Polonia) y se liofilizaron (Telstar, Lioalta- g). Las muestras se trituraron en dos granulometrías, fina y gruesa, utilizando un robot de cocina doméstico (Thermomix®, Vorwerk, España). En todas las muestras se determinaron las propiedades físico-químicas de contenido de agua, actividad del agua, Brix, volumen específico, propiedades ópticas, propiedades de interacción con el agua (solubilidad, higroscopicidad, capacidad de retención de agua), propiedades de interacción con el aceite (capacidad de retener aceite, capacidad de hinchamiento, capacidad emulsionante, estabilidad emulsionante) y propiedades antioxidantes (fenoles, flavonoides, DPPH y ABTS). En la simulación del proceso de digestión gastrointestinal *in vitro* se siguió el protocolo standard INFOGEST y se determinaron las propiedades antioxidantes después de las etapas gástrica e intestinal.

## Resultados y conclusión

En todos los casos se obtuvieron productos con una actividad de agua inferior a 0.3 asegurando una adecuada estabilidad durante el almacenamiento. En relación con el color y el aspecto visual de las muestras, tanto el método de secado como la granulometría influyeron significativamente en los

resultados obtenidos. Las temperaturas empleadas y la presencia de oxígeno provocaron un mayor pardeamiento de las muestras secadas por aire independientemente de la temperatura del aire.

El tratamiento de secado y el triturado condicionaron de forma significativa la capacidad de hinchamiento y la capacidad de atrapar agua de los polvos. Sin embargo, la higroscopicidad y la capacidad de retención de agua fueron similares en todos los casos. En cuanto a la capacidad de retener aceite, se observó que los polvos liofilizados tenían una ligera tendencia a capturar menos aceite que el resto de los polvos. La actividad y estabilidad emulsionante resultaron nulos para todos los polvos debido posiblemente a la práctica ausencia de grasa y proteína en la materia prima.

En relación con las propiedades antioxidantes, cabe destacar que el contenido en fenoles y la capacidad antirradical determinada por el método del ABTS aumentaron en las muestras secadas por aire caliente a 70 °C. Mientras que el secado a 60 °C provocó la oxidación de componentes bioactivos, el secado a 70 °C también indujo reacciones químicas de transformación y/o síntesis que resultaron en un aumento del contenido en fenoles y/o otros compuestos capaces de reaccionar con el radical ABTS.

Tanto la etapa gástrica como la intestinal provocaron una importante degradación de fenoles, flavonoides y otros componentes con capacidad antirradical. No obstante, la capacidad antirradical asociada a aquellos componentes con capacidad para reaccionar con el radical ABTS aumentó en las muestras secas por aire caliente y con granulometría gruesa.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que tanto el método de deshidratación como la granulometría de los polvos afectan ligeramente sus propiedades físico-químicas y tecnológicas y en mayor medida las propiedades antioxidantes que resultan mejores en los polvos obtenidos mediante secado por aire caliente a 60 °C y con granulometría gruesa.

### **Agradecimientos**

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y contó con el apoyo de MCIN y de la Generalitat Valenciana a través de la financiación con fondos europeos Next Generation (PRTR-C17.I1).

# **EXCEDENTES DE CAQUI (var. *Rojo Brillante*) COMO MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCIÓN DE INGREDIENTES FUNCIONALES. EFECTO DEL SECADO Y DE LA DIGESTIÓN GASTROINTESTINAL *IN VITRO***

**Noelia Betoret<sup>1\*</sup>, Ester Betoret<sup>1</sup>, Stevens Duarte<sup>1</sup>, María San Juan<sup>1</sup>, Nuria Jiménez-Hernández<sup>2</sup> y María José Gosalbes<sup>2</sup>**

1: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos - FoodUPV, Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, (España).  
e-mail: noebeval@tal.upv.es

2: Área de Genómica y Salud, Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunidad Valenciana-Salud Pública. Avenida Cataluña 21, 46020 Valencia, España.

## **Introducción y objetivo**

La actividad agrícola de la Comunidad Valenciana incluye mucha superficie de pequeñas parcelas y explotaciones familiares dedicadas a la agricultura tradicional o ecológica. Sus limitadas producciones, la estacionalidad de las cosechas locales y en muchos casos el desajuste con los altos estándares de calidad establecidos les impide integrarse en los mercados, sufriendo importantes pérdidas productivas y económicas y cuestionando la supervivencia de su actividad. En este contexto, las autoridades promueven, la reducción y la valorización de los subproductos y la economía circular y el desarrollo y la aplicación de tecnologías sostenibles que no generen efluentes ni requieran de productos químicos.

El objetivo del presente trabajo fue la estabilización de excedentes de caqui utilizando para ello diferentes metodologías de secado (secado por aire caliente a 60 °C, 70 °C y liofilización) y la obtención de polvos de dos granulometrías diferentes. Se determinaron las propiedades tecnológicas, fisicoquímicas y antioxidantes de los polvos obtenidos y se evaluó el efecto de la digestión gastrointestinal *in vitro* sobre las propiedades antioxidantes de los mismos.

## **Material y métodos**

Los excedentes de caqui (var. Rojo Brillante) fueron suministrados por la cooperativa ecológica local “La Vall de la Casella” localizada en Alzira (València). Para la obtención de los polvos, los caquis troceados se secaron por aire caliente a 60 °C y 70 °C en un secador (Pol-eko Aparatura, Katowice, Polonia) o se liofilizaron en un liofilizador (Telstar, Lioalfa –g, Madrid, Spain). A continuación la materia prima seca se trituró en un robot doméstico (Thermomix®, Vorwerk, Spain) a dos granulometrías diferentes. Las condiciones para obtener los polvos finos fueron 10,000 rpm durante 2 minutos a intervalos de 20 segundos y a 4,000 rpm durante 20 segundos a intervalos de 5 segundos. Para obtener los polvos de granulometría gruesa las muestras se trituraron a 10,000 rpm durante 20 segundos a intervalos de 5 segundos. Se determinaron las propiedades tecnológicas de interacción con el agua (solubilidad, higroscopicidad, capacidad de retención de agua) y de interacción con el aceite (capacidad de retener aceite, capacidad de hinchamiento, capacidad emulsionante, estabilidad emulsionante). Se determinaron las propiedades fisicoquímicas de contenido de agua, actividad del agua, Brix, volumen específico y propiedades ópticas y las propiedades antioxidantes (fenoles, flavonoides, DPPH y ABTS) en las seis muestras de polvo obtenidas. Se hicieron como mínimo tres replicados de cada muestra.

En la simulación del proceso de digestión gastrointestinal *in vitro* se siguió el protocolo standard

INFOGEST. Se consideraron las etapas oral, gástrica e intestinal. Tal y como recomienda el protocolo se mantuvieron las fases a mezclar en las sucesivas etapas en una proporción 1:1 en volumen. Se procesaron 5 gramos de muestra con 5 mL de la fase oral, 10 mL de la fase gástrica y 20 mL de la fase intestinal, obteniéndose un volumen final de 40 mL. Se utilizó agua destilada como control. Se realizaron tres réplicas de cada muestra. Todo el proceso se llevó a cabo en agitación a 37 °C

## Resultados y conclusión

Todos los polvos obtenidos fueron microbiológicamente estables aunque los polvos de granulometría gruesa liofilizados y secados por aire caliente a 60 °C podrían presentar algunos problemas de calidad durante el almacenamiento debido a que presentaron valores de actividad de agua superiores a 0.3. El contenido en agua de todos los polvos se redujo como mínimo un 86.8 %. Tanto el método de secado como la granulometría afectaron significativamente al contenido en sólidos solubles y el volumen específico de las muestras.

Al considerar las propiedades de interacción con el agua, la solubilidad mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de secado por aire caliente y la liofilización. Todos los polvos excepto los secados por aire caliente a 70 °C presentaron una higroscopicidad similar. Tanto la capacidad de hinchamiento como la capacidad de retención de agua se vieron comprometidas por el tamaño de partícula y el método de secado que también afectó a la capacidad de retención de agua.

En cuanto a las propiedades de interacción con el aceite, todos los polvos mostraron la misma capacidad para retener el aceite, pero la actividad emulsionante fue nula, debido a que el caqui es rico en fibra, minerales y vitaminas pero la cantidad de grasa y de proteína son muy bajas. Todos los polvos obtenidos mostraron diferencias de color con el bagazo fresco.

El tratamiento aplicado aumentó la capacidad antirradical en todos los casos. En fenoles totales y flavonoides, el secado al aire a 70 °C causó el mayor aumento en comparación con los otros tratamientos. Sin embargo, la capacidad antirradical determinada por el método del DPPH, fueron mayores en las muestras secas, independientemente del tipo de secado, que en el bagazo fresco, siendo el tratamiento a 60 °C y granulometría gruesa la condición que presentó el valor más alto. Por el contrario, en el ensayo ABTS, fue la granulometría fina la que reveló los mayores valores. Sería necesario un análisis específico de cada componente para determinar las razones de este hecho. Ensayos similares en otras frutas, como albaricoques, cerezas y nectarinas, evidenciaron que someter la fruta fresca a un proceso de liofilización durante 48 horas o a un proceso de secado a 70 °C, no sólo no disminuía el contenido de moléculas antioxidantes, sino que lo aumentaba hasta el 88 y el 83 %, respectivamente (Leong & Oey, 2012) (Gao et al., 2012). Centrándonos en la digestión gastrointestinal, el contenido total de fenoles sufrió ligeras variaciones en las etapas gástrica e intestinal. Cabe destacar que hubo una gran diferencia entre las muestras frescas y las tratadas. Algo similar ocurrió con el contenido en flavonoides y la actividad antirradical por el test ABTS y DPPH. En general, los métodos de secado no afectaron significativamente a los resultados obtenidos.

## Referencias

GAO, Q. H., WU, C. SEN, WANG, M., XU, B. N., & DU, L. J. (2012). Effect of drying of jujubes (*Ziziphus jujuba* Mill.) on the contents of sugars, organic acids,  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene, and phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(38), 9642-9648. <https://doi.org/10.1021/JF3026524>

LEONG, S. Y., & OEY, I. (2012). Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 133(4), 1577-1587. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2012.02.052>

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y contó con el apoyo de MCIN y de la Generalitat Valenciana a través de la financiación con fondos europeos Next Generation (PRTR-C17.II).

# Fermentación de harinas de calabaza, haba e insecto para la generación de ingredientes aromáticos

Carmela Belloch\*, Ana Salvador, Leticia Mora, Fidel Toldrá y Mónica Flores

Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), CSIC.  
Avenida Catedrático Agustín Escardino 7, Paterna-46980 (España).  
e-mail: belloch@iata.csic.es

**Palabras clave:** fermentación, calabaza, haba, insecto, aroma

## Introducción

La fermentación de proteínas de haba y semillas vegetales, así como las de insecto, tiene un gran potencial para la producción de aromas alimentarios. La composición en aminoácidos de estas proteínas alternativas es similar en número de aminoácidos a la de proteínas animales, sin embargo hay diferencias en la cantidad relativa de los diferentes aminoácidos (Almeida Sa et al., 2023; Martineau-Cote et al., 2023; Oliveira et al. 2024). Esto puede tener gran impacto en el tipo y cantidad de compuestos aromáticos producidos por fermentación, ya que los diferentes microorganismos van a tener distintas capacidades proteolíticas, así como diferentes preferencias en la utilización de aminoácidos. Así pues, dependiendo de la cantidad de aminoácidos libres generada en el metabolismo microbiano y la capacidad de estos para utilizar los aminoácidos para generar aromas, podríamos tener perfiles aromáticos muy diferentes a partir de modelos de fermentación preparados utilizando estas proteínas alternativas.

## Material y Métodos

**Preparación de los modelos de fermentación.** En los modelos de fermentación se emplearon dos harinas de origen vegetal V1 y V2 y de insecto I1 como fuente de proteína y aminoácidos. Los modelos se prepararon además, añadiendo glucosa y sal. Se prepararon 5 modelos diferentes por tipo de harina dependiendo del consorcio de microorganismos seleccionado para llevar a cabo la fermentación.

Microorganismos	Consortios					
	Control	1	2	3	4	5
L1	-	X	-	-	-	-
L2	-	-	X	-	X	-
L3	-	-	-	X	-	X
L4	-	X	X	X	X	X
L5	-	-	-	-	X	X

Los modelos se fermentaron a 25°C durante 15 días y se hizo un seguimiento de la fermentación midiendo el pH y haciendo un recuento en placa del crecimiento de los microorganismos de los diferentes consorcios.

**Recuento de microorganismos viables en placa.** Se tomaron muestras de los controles y los modelos a tiempo 0 y 3,7 y 15 días. Las muestras se utilizaron para preparar diluciones decimales seriadas que se sembraron en placas de medios de cultivo diferentes. En caso del control sin inocular utilizamos PCA (medio para recuento de bacterias mesófilas) y VRBGA (medio para recuento de Enterobacterias). En el caso de los modelos inoculados con los consorcios de microorganismos utilizamos MRS (medio para recuento de bacterias lácticas) y RB (medio para recuento de levaduras y hongos).

Las placas se dejaron incubar a la temperatura y condiciones indicadas por el fabricante y tras la incubación se contaron las colonias crecidas en las placas (U.F.C./ml).

**Análisis sensorial (QDA).** Al final de la fermentación (15 días) los modelos se sometieron a un análisis descriptivo de su perfil sensorial. Se empleó un panel de 5 personas con experiencia para evaluar los atributos aromáticos de las muestras. El análisis consistió en una sesión donde se presentó a los panelistas los 3 controles y los 15 modelos fermentados. Los panelistas utilizaron cada control sin inocular como referencia para describir las diferencias aromáticas.

**Resultados y conclusión**

El avance de las fermentaciones (Figura 1) se llevó a cabo siguiendo la bajada de pH y el crecimiento de los microorganismos (Figura 2).



Día 0                                      Día 3                                      Días 7 y 15  
 Figura 1. Fermentación de los sistemas modelo

El pH decreció alrededor de dos unidades a lo largo de la fermentación en todos los sistemas modelo, aunque en general decreció mas en los modelos preparados con harina vegetal que con harina de insecto.

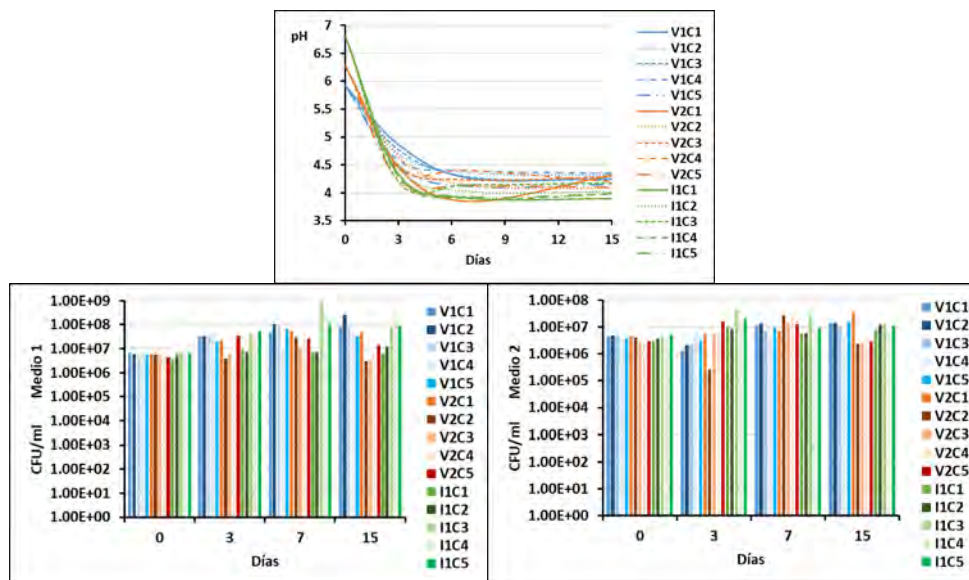


Figura 2. Medida de pH y recuentos de microorganismos en los consorcios

Los recuentos en placa indican que, en general los microorganismos inoculados se impusieron en las fermentaciones de los sistemas modelo, aunque con diferencias significativas entre ellos. En los modelos control sin inocular crecieron Enterobacterias y otras bacterias mesófilas.

En conclusión la disminución del valor de pH indicó que las fermentaciones siguieron un progreso normal, de acuerdo con los recuentos de los inóculos de los consorcios de microorganismos. El análisis sensorial permitió detectar diferencias entre los modelos fermentados con las diferentes harinas y los diferentes consorcios microbianos.

**Referencias**

Almeida Sá et al., 2023. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112876>  
 Martineau-Coté et al., 2023. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113264>  
 Oliveira et al., 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105804>.

**Agradecimientos**

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT ref: 2022/031, financiado por MCIU con fondos de la Unión Europea NextGeneration EU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana. IATA-CSIC es Centro de Excelencia Severo Ochoa (CEX2021-001189-S, MCIN/AEI/10.13039/501100011033)



# PERFIL DE COMPUESTOS VOLÁTILES GENERADOS A PARTIR DE HIDROLIZADOS LIOFILIZADOS DE PROTEÍNA DE INSECTO (*TENEBRIO MOLITOR*)

Mónica Flores\*, Ana Salvador, Leticia Mora, Carmela Belloch y Fidel Toldrá

Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), CSIC.  
Avenida Catedrático Agustín Escardino 7, Paterna-46980 (España).  
e-mail: mflores@iata.csic.es

**Palabras clave:** proteólisis, proteínas alternativas, aroma cárnico, análogos.

## Introducción

El potencial del empleo de insectos en la alimentación está siendo objeto de muchos estudios por sus aplicaciones (Zielińska, et al., 2018) aunque existen reticencias en cuanto a la apariencia de los mismos y a la presencia de sabores y aromas desagradables. Además, los insectos son una fuente de proteína que puede ser utilizada como precursor de aromas y sabores. Sin embargo, imitar los aromas y sabores cárnicos requiere de un proceso de optimización mediante reacción de hidrólisis enzimática y/o fermentación. En este trabajo, el objetivo es determinar el perfil de compuestos volátiles generados a partir de hidrolizados liofilizados de proteína de insecto (*Tenebrio molitor*) sometidos a reacción con distintos componentes para favorecer la formación de aromas cárnicos. Todo ello con el fin de obtener productos que puedan ser utilizados como ingredientes en la formulación de análogos de carne.

## Material y Métodos

**Preparación de muestras con hidrolizados de insecto.** Se empleó harina de insecto (*Tenebrio molitor*) sometida a un proceso de hidrólisis enzimática y posterior liofilización. El producto de insecto (rendimiento 51 %) se utilizó como sustrato en diferentes condiciones de reacción (Tabla 1). Las muestras (IN-Ax y IN-B) se disolvieron en un tampón fosfato 0,1 N pH 6.0 al que se añadieron los solutos indicados en la Tabla 1, insecto hidrolizado-liofilizado, azúcar, y otros (aminoácidos), y empleando dos controles (T-Ax y T-B). Se llevó a cabo la reacción a 98°C durante 5 min para posteriormente enfriar en un baño de hielo y almacenar a -20°C hasta el análisis.

Tabla 1. Composición de las muestras

	Tampón	Insecto hidrolizado	Azúcar	Otros
T-Ax	Si		A	X
T-B	Si		B	
IN-Ax	Si	IN	A	X
IN-B	Si	IN	B	

**Análisis de compuestos volátiles por CG-MS.** El proceso se llevó a cabo empleando un inyector multipropósito Gerstel robotic smart series (Gerstel, Mülheim an der Ruhr, Germany) y un cromatógrafo de gases GC 8890 con detector de masas 5977B (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). La extracción de los compuestos volátiles del espacio de cabeza de las muestras se realizó utilizando una fibra de SPME (PAL Smart SPME Carbon-WR, Agilent Technologies). Para ello 5 ml de la muestra se introdujeron en un vial de 20 ml de espacio de cabeza con 1, 88 g NaCl que se equilibró a 37°C durante 15 min y se procedió a la extracción durante 1h a 37°C. El análisis se realiza como describe Li et al. (2022), realizando la identificación mediante la obtención de los espectros de masas por ionización

electrónica a 70 eV, comparación con los de la base de datos (NIST17), y confirmación con sustancias patrón y por comparación con los índices de retención lineal (IRL). La cuantificación de los compuestos identificados se realiza mediante la medida del área de cada compuesto en corriente total e iones (AU, TIC). Los compuestos se agruparon según su clase química.

**Análisis estadístico.** Los resultados del Análisis del Perfil de volátiles obtenido por CG-MS se analizaron utilizando la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP) con el programa XLStat 2019 (Addinsoft, Barcelona, España).

### Resultados y conclusión

Los resultados del análisis del perfil de volátiles de dichas muestras agrupados por grupo químico se muestran en la Figura 1 junto con las notas aromáticas que producen. Las muestras que no contenían el hidrolizado de insecto se caracterizan por la presencia de compuestos ácidos y pirazinas que confieren notas ácidas (T-Ax) y de aldehídos que producen notas verdes. En cambio, las muestras con el hidrolizado de insecto presentan mayor complejidad por la presencia de compuestos azufrados, furanonas en IN-Ax que confiere notas cárnicas “savoury”. Mientras que la muestra IN-B se caracteriza por la presencia de aldehídos ramificados que confieren notas lácticas, malta y afrutadas. El perfil de volátil coincide con el análisis sensorial (Comunicación Salvador et al., 2024) de los dos ingredientes IN-Ax y IN-B los cuales presentaron notas aromáticas cárnicas y tostadas-malta, respectivamente.

Las muestras se someten a un proceso de atomización para obtener un producto que puedan ser utilizados como ingrediente en la formulación de análogos de carne (Figura 1). Las propiedades sensoriales de ambos atomizados, están siendo valoradas para conseguir obtener un ingrediente que pueda ser empleado en la fabricación de análogos a nivel de planta piloto.

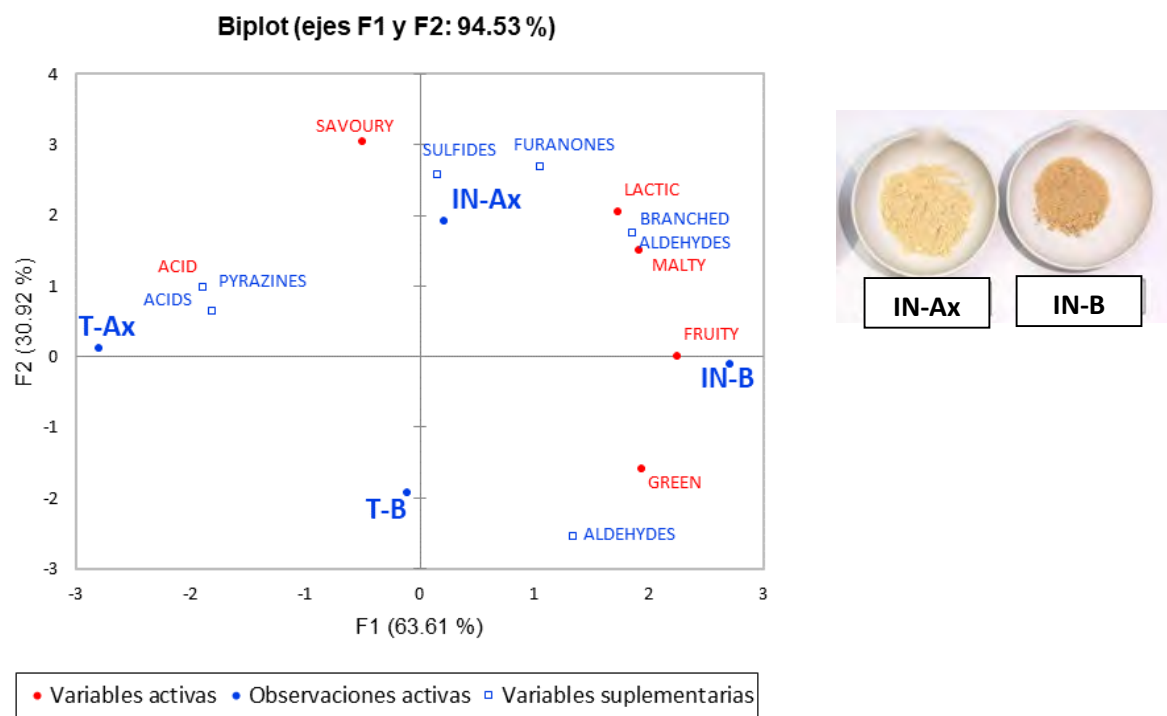


Figura 1. Perfil de compuestos volátiles obtenido por SPME-CG-MS agrupados por grupo químico en los ingredientes obtenidos a partir de hidrolizado de insecto (*Tenebrio molitor*)

### Referencias

Li et al., (2022), Meat Science 192, 108896. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108896>  
 Zielińska, E. et al., (2018) LWT - Food Science and Technology 91, 168–174. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.058>

### Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT ref: 2022/031 y financiado por MCIU con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana. IATA-CSIC es un Centro de Excelencia Severo Ochoa (CEX2021-001189-S, MCIN/AEI/10.13039/501100011033).

# CONTENIDO EN POLIFENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL GERMEN Y PIEL DE SEMILLA DE ALGARROBA

Héctor Gómez-Llorente<sup>1\*</sup>, Noelia Castillejo<sup>1</sup>, Simone Mondini<sup>1</sup>, Jose Manuel Barat<sup>1</sup>,  
Édgar Pérez-Esteve<sup>1</sup>

1: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos FoodUPV, Universitat Politècnica de València,  
Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España;  
\*hecgollo@upv.es

## Palabras clave

ORAC, DPPH, HPLC, piel, germen

## Introducción y objetivo

El algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) es un árbol de hoja perenne que se cultiva principalmente en los países del arco mediterráneo. A lo largo de su historia, el fruto del algarrobo (algarroba) ha sido empleado en alimentación animal y en medicina tradicional. No obstante, en estos últimos años la algarroba ha adquirido un fuerte interés ya que a partir de sus semillas se obtiene la goma garrofín (E-410), un espesante ampliamente utilizado por la industria alimentaria. Aunque, el valor económico del cultivo de la algarroba se ha incrementado fuertemente debido al incremento de la demanda, los precios podrían sufrir una gran variación ya que el producto es utilizado principalmente para un único fin. Además, teniendo en cuenta que la gestión de los desperdicios alimentarios está cada vez más presente en la Agenda 2030 de Naciones Unidas, la valorización del subproducto generado de la extracción de la goma garrofín (superior al 50%) es una necesidad (Prajapati et al., 2013). Por tanto, con el fin de disminuir la cantidad de desechos y diversificar el empleo de la semilla de algarroba, este trabajo tiene como objetivo explorar las propiedades antioxidantes y cuantificar la concentración de polifenoles totales tanto del germen como de la piel de la semilla de algarroba.

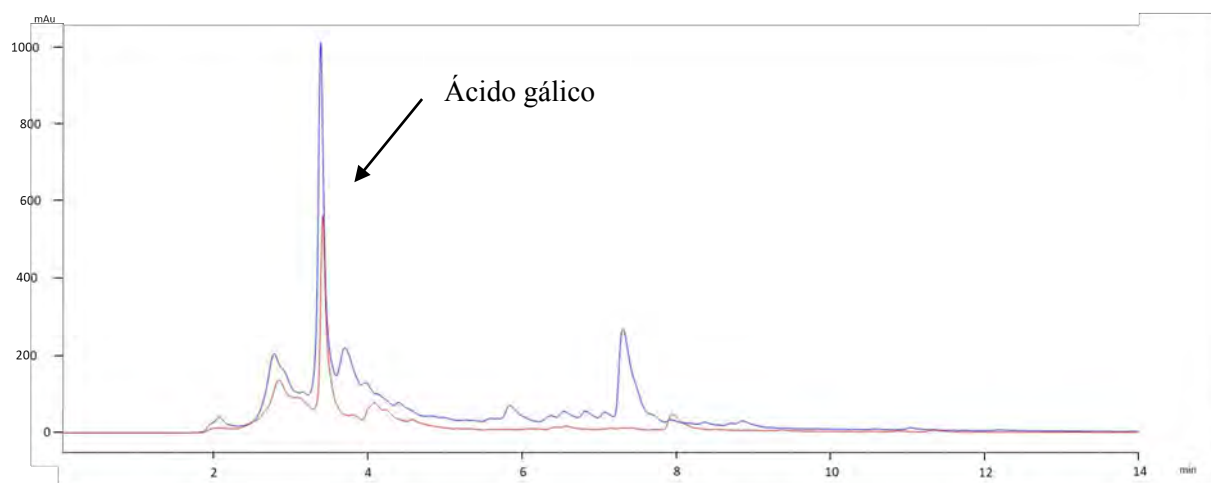
## Materiales y métodos

El germen y la piel de la semilla de algarroba suministrados por G.A. Torres (Valencia, España) fueron sometidos a un proceso de extracción mediante ultrasonidos. La extracción se llevó a cabo en 3 ciclos sucesivos utilizando agua destilada a pH 7.5. Para tal fin, 2 g de cada tipo de subproducto se suspendió en 30 mL de agua, se aplicó ultrasonidos durante 15 minutos a temperatura ambiente, se centrifugó a 8.500 rpm durante 10 minutos a temperatura ambiente y el sobrenadante se recogió. Posteriormente, el pellet se resuspendió en 15 mL de agua, se aplicó ultrasonidos, se centrifugó y el sobrenadante fue recogido y mezclado con el anterior. Tras ello, este último paso se repitió una vez más, alcanzando un volumen final de 60 mL. La capacidad antioxidante de diferentes extractos se cuantificó mediante el método de radicales libres 2,2-difenil-1-pikril-hidrazilo (DPPH) y capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC). El contenido total de fenoles se determinó mediante el método Folin-Ciocalteu. La cuantificación de los principales polifenoles, como el ácido gálico, se llevó a cabo mediante cromatografía líquida de alta eficacia en fase reversa unido a un detector de matriz de diodos.

## Resultados y conclusión

Los extractos de germen y piel de la semilla presentaron una elevada actividad antioxidante y un alto contenido en polifenoles totales, aunque hubo diferencias entre los diferentes subproductos. Concretamente, los valores de actividad antioxidante fueron de alrededor de 1,8 y 6 g E trolox /100g para el germen y 4,2 y 20 g E trolox/100g para la piel, usando la técnica de DPPH y ORAC respectivamente. Respecto al contenido total de polifenoles, 1,2 y 3,3 g E de ácido gálico/100 g producto fueron encontrados para el germen y piel, respectivamente.

Tras la cuantificación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales, se llevó a cabo la separación de los diferentes compuestos fenólicos mediante cromatografía líquida de alta eficacia en fase reversa. La **Figura 1** muestra el cromatograma tanto del germen como de la piel. El análisis de ambas fracciones de semilla de algarroba determinó el ácido gálico en ambas fracciones. De hecho, los valores encontrados fueron de 0,42 g de ácido gálico/100 g de germen y 0,65 g de ácido gálico/100 g de piel.



**Figura 1.** Cromatograma HPLC de los subproductos de algarroba: germen (línea roja) y piel (línea azul)

Según lo expresado en literatura, el ácido gálico genera un gran interés ya que posee no solo actividad antioxidante, sino que además este compuesto tiene actividades terapéuticas en trastornos gastrointestinales, neuropsicológicos, metabólicos y cardiovasculares (Kahkeshani et al., 2019).

Considerando la notable capacidad antioxidante y el elevado contenido de polifenoles, así como la necesidad de disminuir la cantidad de desechos generados a lo largo del procesado industrial, este estudio resalta la posible utilización de los subproductos de la algarroba como una fuente prometedora de ingredientes que podrían emplearse en la industria alimentaria con el fin de desarrollar nuevos productos funcionales. Sin embargo, deberían realizarse estudios adicionales empleando otros sistemas de extracción y/o muestras de diferentes localizaciones para evaluar la posible variabilidad de cada subproducto.

## Referencias

1. Prajapati, V. D., Jani, G. K., Moradiya, N. G., Randeria, N. P., & Nagar, B. J. (2013). Locust bean gum: A versatile biopolymer. *Carbohydrate polymers*, 94(2), 814-821.
2. Kahkeshani, N., Farzaei, F., Fotouhi, M., Alavi, S. S., Bahramsoltani, R., Naseri, R., ... & Bishayee, A. (2019). Pharmacological effects of gallic acid in health and diseases: A mechanistic review. *Iranian journal of basic medical sciences*, 22(3), 225.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/002), con fondos de la Unión Europea NextGeneration EU.

# EVALUACIÓN DEL USO DE ALGARROBA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y SU POTENCIAL INCORPORACIÓN EN NUEVOS PRODUCTOS

Héctor Gómez- Llorente<sup>1\*</sup>, Andrea Calleja<sup>1</sup>, Yaiza Pérez Alonso<sup>2</sup>, Jose Manuel Barat<sup>1</sup>,  
Édgar Pérez-Esteve<sup>1</sup>

1: Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos Food-UPV, Universitat Politècnica de València,  
Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España;

\*hecgollo@upv.es

2: Departamento de Sociología y Antropología Social. Universidad de Valencia,  
Avenida de los Naranjos 4b, 46022, Valencia

## Palabras clave

Opinión de expertos, entrevista; encuesta; barreras de implantación

## Introducción y objetivo

La algarroba es una leguminosa con propiedades nutricionales y funcionales altamente beneficiosas. Entre ellas, se destaca la ausencia de gluten o sustancias excitantes como la cafeína, la presencia de fibra dietética y alto contenido en proteínas y aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales (Malagón, 2020). Pese a estos beneficios, el uso de este ingrediente en la formulación de alimentos (a excepción del uso de la goma de garrofín) es todavía muy baja. El presente trabajo tuvo como objetivo entender la percepción de los profesionales de distintos sectores de la industria alimentaria sobre el uso de algarroba como ingrediente, determinar la disposición a incluir la algarroba en productos alimentarios de su empresa e identificar las barreras de implantación que tendría su incorporación en alguno de los productos que elaboran o que podrían elaborar.

## Materiales y métodos

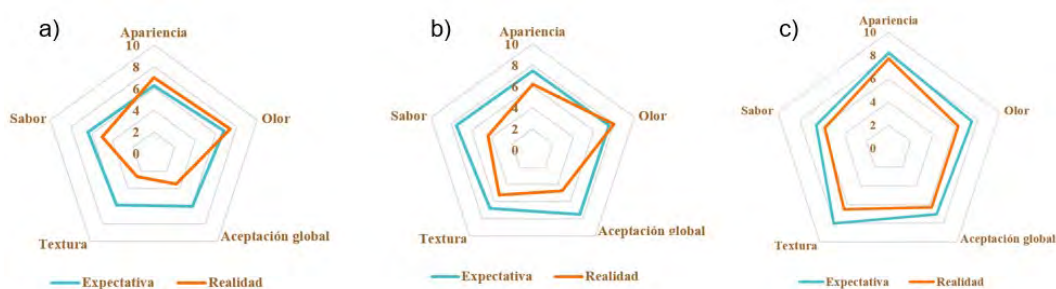
Con el fin de evaluar la disposición de las empresas para incluir la algarroba como ingrediente en la formulación de alguno de sus productos, se realizó una encuesta online a través de Google Forms y se difundió a través de correo electrónico o LinkedIn a profesionales de la industria alimentaria. En esta encuesta se preguntó sobre el conocimiento sobre las propiedades de este ingrediente y antecedentes de uso en su empresa. Tras ello, se les informó sobre las propiedades tanto nutricionales como funcionales de la algarroba y se les preguntó por la intención de emplear este producto en un futuro.

Por otro lado, se llevaron a cabo entrevistas en profundidad a representantes de empresas de diferentes sectores: platos preparados, galletas y helados. En primer lugar, se evaluó la calidad esperada (antes de abrir el envase y probar los productos) y la calidad percibida (tras probar los productos) de 3 productos comerciales elaborados con algarroba. Para ello se utilizó una escala hedónica no estructurada comprendida entre 0 (no me gustaría nada) y 10 (me gustaría muchísimo) para evaluar la apariencia, olor, sabor, textura y apreciación global de las 3 muestras. Tras esta evaluación sensorial se preguntó sobre su disposición a incluir la algarroba en productos alimentarios de su empresa, así como qué posibles barreras de implantación de este ingrediente se podrían encontrar.

## Resultados y conclusión

El conocimiento de los profesionales encuestados sobre las propiedades y usos de la algarroba como ingrediente fue escaso. Además, el 42,1% de los encuestados afirmó que jamás se había planteado utilizar algarroba como ingrediente, mientras que sólo un 15,8% habitualmente emplean algarroba en su empresa. Respecto a la disposición de incorporar algarroba tras ser informados de sus propiedades nutricionales y funcionales, se encontró cómo hay una notable disposición a incorporar la algarroba. Concretamente, el 41% establece que probablemente sí, y el 21% que seguro que sí la incorporarían. Sólo un 14% de los encuestados indicaron que probablemente no la utilizarían. Estos datos indicarían el efecto positivo que tiene transmitir las propiedades beneficiosas del producto al sector industrial, ya que se ha comprobado que, al proporcionar la información necesaria para conocer este producto, las empresas presentan interés y curiosidad en saber las utilidades y los beneficios de este ingrediente (Khan et al., 2013).

Dado el grado de desconocimiento sobre el uso de la algarroba como ingrediente, en la fase de entrevistas se procedió a evaluar los atributos organolépticos de varios productos comerciales elaborados con algarroba. La **Figura 1** muestra la comparación entre la expectativa y la calidad percibida de los atributos de las galletas (a), chocolate (b) y sirope (c). Tal como se observa, las expectativas fueron más altas que la calidad percibida para los 3 productos evaluados. De entre todos los atributos, el sabor, la textura y la aceptación global de las galletas y chocolates fueron especialmente bajos respecto a lo esperado. No obstante, puesto que la apariencia y olor fueron agradables, los entrevistados indicaron que el problema no está en la algarroba como ingrediente, sino en que la formulación comercializada no es la mejor que se puede conseguir.



**Figura 1.** Comparativa entre la expectativa y realidad de los atributos de las galletas a), chocolate b) y sirope c).

Como conclusión se puede afirmar que los profesionales de la industria están dispuestos a incluir la algarroba como ingrediente en sus formulaciones. Sin embargo, para ello debería de haber una demanda por parte de los consumidores, y ésta no existirá si no se conocen las propiedades nutricionales, funcionales y de sostenibilidad de los productos de algarroba o si los productos que actualmente se encuentran en el mercado tienen perfil sensorial deficiente. Por tanto, además de la necesidad de impulsar campañas informativas sobre las propiedades de la algarroba dirigidas a clientes y profesionales del sector alimentario, es necesario trabajar en mejora de las formulaciones de los productos que actualmente se encuentran en el mercado.

## Referencias

1. Malagón, J. (2020). Cultivo del Algarrobo.
2. Khan, R. S., Grigor, J., Winger, R., & Win, A. (2013). Functional food product development—Opportunities and challenges for food manufacturers. *Trends in food science & technology*, 30(1), 27-37.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/002), con fondos de la Unión Europea NextGeneration EU.

---

## Un nuevo bioestimulante para la producción de metabolitos saludables de alto valor añadido

**Pablo Pérez Colao, Jorge Lozano Juste y Manuel Rodríguez Concepción\***

Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP, CSIC-UPV).  
C/ de l'Enginyer Fausto Elio, s/n, 46022 València.  
e-mail: [ppercol@doctor.upv.es](mailto:ppercol@doctor.upv.es)

**Key-words:** tocoferoles, cloroplastos, bioestimulantes, nutrición.

### 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

BioVal+ propone usar bioestimulantes para mejorar la calidad nutricional de productos agrícolas, enfocándose en enriquecer las plantas en micronutrientes y metabolitos bioactivos. En concreto, BioVal+ utiliza compuestos que promueven cambios en el metabolismo vegetal y el desarrollo de plastos para aumentar la acumulación de tocoferoles (Vitamina E), un grupo de metabolitos isoprenoides con una gran capacidad antioxidante producidos y almacenados en plastos (Al-Khayri et al., 2023; Żyżelewicz & Oracz, 2022).

En nuestro grupo de investigación, hemos descubierto el compuesto (X57) con la capacidad de inducir la acumulación de tocoferoles en plantas y de proporcionar un característico color dorado al tejido en el que actúa. BioVal+ busca entender el modo de acción de X57, así como mejorar sus propiedades.

### 2. MATERIAL Y MÉTODOS

- Seguimiento de los cambios en la ultraestructura de los plastos durante el tratamiento con X57 y su posterior retirada, utilizando microscopía electrónica de transmisión.
- Estudio de los cambios de expresión génica desencadenados por el tratamiento con X57 o con análogos estructurales inactivos (e.g. X56), utilizando abordajes de RNA-seq.
- Búsqueda de mutantes de Arabidopsis que no respondan al tratamiento con X57, usando abordajes dirigidos y no dirigidos.
- Desarrollo de nuevos bioestimulantes mejorados mediante pruebas con compuestos relacionados químicamente con X57.
- Ensayos con X57 y compuestos relacionados en distintos sistemas, incluyendo cultivos celulares.

### 3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Nuestros resultados muestran que el modo de acción de X57 implica la desdiferenciación de cloroplastos, generándose un nuevo tipo de plastos en los que se aprecia una gran proliferación de plastoglóbulos, probablemente para promover la acumulación y el almacenamiento de tocoferoles. La retirada del compuesto hace que, progresivamente, los nuevos plastos vuelvan a convertirse en cloroplastos, lo que

hace de X57 no sólo un bioestimulante sino también una excelente herramienta para dilucidar los mecanismos moleculares del desarrollo de plastos. Para identificar el modo de acción de X57 se han realizado cribados genéticos en los que se han identificado algunos mutantes parcialmente insensibles a X57. Entre ellos destaca el mutante de pérdida de función de SAL1, una fosfatasa clave en la señalización retrógrada (es decir, en la comunicación molecular cloroplasto-núcleo). Por otra parte se han llevado a cabo análisis transcriptómicos (RNAseq) que han revelado que X57 reprime rápidamente la expresión de genes codificantes para los factores de transcripción GLK1 y GLK2, que son promotores clave del desarrollo de cloroplastos. El cribado con *Arabidopsis* mutagenizada por EMS (etil-metano sulfonato) identificó individuos tolerantes a X57 que serán testados en la F1 para comprobar si mantiene su resistencia. Aunque hemos avanzado en la comprensión de algunos mecanismos moleculares implicados en la acción de X57 a partir de estos resultados, aún queda por descubrir el paso inicial de la señalización. Esta pregunta la abordaremos próximamente mediante técnicas microcalorimétricas.

Por otro lado, ensayos con una colección de análogos estructurales de X57 ha permitido identificar compuestos relacionados que aumentan los niveles de tocoferoles sin afectar a los de clorofilas, por lo que no provocan el fenotipo dorado característico de X57. Estos nuevos compuestos podrían tener una mejor acogida como bioestimulantes ya que no afectan al color de las hojas ni a sus capacidades fotosintéticas. Ensayos realizados con líneas celulares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) suministradas por la Dra. María Ángeles Pedreño y la Dra. Lorena Almagro (colaboradoras de la Universidad de Murcia en BioVal+) arrojaron como resultado la acumulación de hasta 18 veces más tocoferoles en las líneas tratadas con X57 con respecto al tratamiento control. Estos resultados se confirmarán próximamente, usando además más líneas celulares de otras plantas.

#### 4. REFERENCIAS

Al-Khayri, J. M., Rashmi, R., Toppo, V., Chole, P. B., Banadka, A., Sudheer, W. N., Nagella, P., Shehata, W. F., Al-Mssallem, M. Q., Alessa, F. M., Almaghasla, M. I., & Rezk, A. A. S. (2023). Plant Secondary Metabolites: The Weapons for Biotic Stress Management. *Metabolites*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/METABO13060716>

Żyżelewicz, D., & Oracz, J. (2022). Bioavailability and Bioactivity of Plant Antioxidants. *Antioxidants*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/ANTIOX11122336>

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es financiado por AGROALNEXT/2022/067. El contrato predoctoral de PP-C está financiado por la Generalitat Valenciana (CIACIF/2021/278).



# APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INTENSIFICACIÓN BASADAS EN ALTAS PRESIONES PARA EL DESENGRASADO DE INSECTOS

**Manuel Salgado-Ramos\*, Juan Manuel Castagnini, Min Wang, Pedro V. Martínez-Culebras, Noelia Pallarés, Francisco J. Barba**

Grupo de investigación en Tecnologías Innovadoras para una Alimentación Sostenible (ALISOST).  
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal, Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, Universitat de València, Avda. Vicent Andrés Estellés, s/n, 46100 Burjassot, Valencia, Spain.  
manuel.salgado@uclm.es

## **Palabras clave:**

Insectos, desengrasado, tecnología supercrítica, intensificación del proceso, disolventes alternativos

## **Introducción y objetivo**

Los insectos comestibles (EIs, de sus siglas *Edible Insects*) son considerados como una importante fuente alternativa y renovable de proteínas y lípidos, compuestos con un gran valor biológico. No obstante, el principal inconveniente que presentan es su baja aceptabilidad por parte de los consumidores, sobre todo en países occidentales. De este modo, es necesario establecer protocolos innovadores y sostenibles desde un punto de vista social, económico y medioambiental para la recuperación de estos compuestos a partir de EIs con el objetivo de desarrollar nuevas fuentes de alimentos, en línea con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Este trabajo tiene como principal reto establecer estrategias innovadoras que permitan una extracción rápida y eficiente de compuestos con potencial bioactivo a partir de insectos. Concretamente, el estudio se centra en la aplicación de tecnologías de intensificación basadas en altas presiones, como la tecnología supercrítica (TSpC) asistida por CO<sub>2</sub> supercrítico (TSpC-scCO<sub>2</sub>), para la recuperación de la fracción lipídica presente en estas especies, la cual resulta de interés desde un punto de vista biológico y nutricional.

## **Materiales y métodos**

La extracción mediante TSpC-scCO<sub>2</sub> se llevó a cabo en un equipo de extracción supercrítica a escala de laboratorio (JASCO, Tokio, Japón) localizado en la Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación de la Universidad de Valencia. Las condiciones de extracción se escogieron en base a estudios previos descritos en literatura (Laroche *et al.*, 2019; Laurent *et al.*, 2022). La mezcla supercrítica utilizada está compuesta fundamentalmente por CO<sub>2</sub> supercrítico y una pequeña proporción de cosolvente de naturaleza polar (etanol). La eficiencia del proceso se calculó en términos de desengrasado, es decir, la cantidad de aceite recuperada en el proceso en relación con la cantidad total de lípidos presente en el material de partida para la extracción. Se llevaron a cabo ensayos de capacidad antioxidante total (CAT) mediante ensayo ABTS y de polifenoles totales (TPC, de sus siglas *Total Polyphenols Content*) mediante ensayo de Folin-Ciocalteu. Además, se llevó a cabo una caracterización de este extracto oleoso mediante Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de protón (<sup>1</sup>H RMN) en un equipo Bruker Neo500 con frecuencia de 500 MHz para el núcleo de <sup>1</sup>H.

## **Resultados y discusión**

Los rendimientos de desengrasado fueron excelentes para cada una de las variedades de insectos estudiadas, es decir, *Tenebrio molitor* (gusano de la harina), *Acheta domesticus* (grillo), *Alphitobius*

*diaperinus* (escarabajo menor de la harina) y *Locusta migratoria* (langosta). De especial interés fueron los obtenidos para *Acheta domesticus* y *Alphitobius diaperinus* con valores de 92.64% y 94.08%, respectivamente, en un proceso de extracción de 75 min. Además, no se encontraron diferencias significativas para *Alphitobius diaperinus* cuando se redujo el tiempo de procesado a tan solo 45 min, con un valor de desengrasado de 84.78%. Esto supone, por tanto, un gran logro en términos de sostenibilidad económica y medioambiental, reduciendo el impacto mediante la aplicación de protocolos rápidos y eficientes de extracción. Los valores de CAT y TPC fueron determinados para cada uno de los aceites obtenidos vía TSpC-scCO<sub>2</sub>, destacando la actividad de los extractos de *Acheta domesticus* (200 μM ET (Equivalentes Trolox) y *Alphitobius diaperinus* (250 μM ET) recuperados tras 75 min de extracción, en línea con los mayores rendimientos de desengrasado. La caracterización mediante <sup>1</sup>H RMN corroboró la extracción de compuestos liposolubles, como así demuestra el patrón obtenido, característico de esta fracción lipídica. Finalmente, y con el objetivo de implantar esta metodología en el sector de la alimentación, se llevó a cabo un estudio de escalado preliminar a nivel de laboratorio. En este sentido, los rendimientos de desengrasado fueron muy destacados, especialmente para el grillo (*Acheta domesticus*, 93%) y para el escarabajo menor de la harina (*Alphitobius diaperinus*, 73.73%), corroborando así la eficiencia del proceso desarrollado.

## Referencias

Laroche *et al.*, 2019. *Foods*, 8, 572. doi:10.3390/foods8110572

Laurent *et al.*, 2022. *J. Food Process. Preserv.*, 46, e16853. doi.org/10.1111/jfpp.16853

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/060 - Desarrollo y optimización de procesos innovadores y sostenibles de extracción de aceite y proteínas a partir de microalgas, insectos, residuos y subproductos agroalimentarios: Evaluación de propiedades biológicas (EXTRAOLIOPRO)), financiado por la Unión Europea con los fondos NextGeneration, EU (PRTR-C17.I1) y la Generalitat Valenciana, a través del Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) del Gobierno de España.

Manuel Salgado Ramos quiere agradecer a la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) por la beca postdoctoral “Margarita Salas” en la modalidad “Complementaria” (2023-POST-21234), financiada con los fondos de recuperación europeos Next Generation, EU a través del Ministerio de Universidades del Gobierno de España.

Juan Manuel Castagnini agradece a la Universitat de Valencia por la beca postdoctoral de excelencia en la modalidad Maria Zambrano (ZA21-028) financiada con los fondos de recuperación europeos Next Generation, EU a través del Ministerio de Universidades del Gobierno de España. Proyecto “Extracción de compuestos bioactivos a partir de matrices alimentarias mediante tecnologías innovadoras y sostenibles (EXTRABIO)”.

## Participación

2. Poster

## EVALUACIÓN DE METALES PESADOS EN INSECTOS COMESTIBLES

Noelia Pallarés<sup>1</sup>, Manuel Salgado-Ramos<sup>1</sup>, Emilia Ferrer<sup>1</sup>, Juan Manuel Castagnini<sup>1</sup>, Juana Fernández<sup>2</sup>, Raquel Lucas<sup>2</sup>, Francisco J. Barba<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de investigación en Tecnologías Innovadoras para una Alimentación Sostenible (ALISOST). Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal, Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, Universitat de València, Avda. Vicent Andrés Estellés, s/n, 46100 Burjassot, Valencia, España.  
e-mail: Noelia.pallares@uv.es

<sup>2</sup>: Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental. Universidad Miguel Hernández. Ctra. Beniel Km 3.2, 03312 Orihuela, Alicante, España

**Palabras clave:** metales pesados, insectos comestibles, extracción SFE, ICP-MS

**Introducción y objetivo:** Los insectos suponen una fuente alternativa de proteínas con potencial para sustituir a las proteínas de origen animal tradicionales de forma económica y ecológica. Los insectos son ricos en proteínas y en varios aminoácidos esenciales, con una digestibilidad proteica similar o ligeramente inferior a la de las proteínas del huevo o de la carne de vacuno. Así mismo, contienen ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y/o ácidos grasos poliinsaturados PUFA, además son ricos en vitaminas y minerales (Rumpold & Schlüter, 2013). Aunque el uso de insectos como fuente de alimento aporta importantes beneficios, los insectos, al igual que otros animales, pueden acumular sustancias químicas peligrosas, como metales pesados, micotoxinas, dioxinas, residuos de plaguicidas y medicamentos veterinarios (Baiano, 2020). Los metales pesados están relacionados con efectos adversos para la salud como trastornos neurológicos y cardiovasculares, daños en la función renal, anomalías endocrinas y varios tipos de cáncer. El objetivo del presente trabajo es determinar el contenido de metales pesados en las muestras iniciales de los insectos: harina de *Acheta domesticus* (grillo), harina de *Tenebrio molitor* (gusano de la harina), *Alphitobius diaperinus* (gusano búfalo) y *Locusta migratoria* (langosta), y en las tortas y aceites obtenidos tras la extracción mediante fluidos supercríticos (SFE) para evaluar su seguridad.

**Materiales y métodos:** Para la extracción mediante SFE, las condiciones se escogieron en base a estudios previos descritos en literatura (Laroche et al., 2019). La extracción se realizó con CO<sub>2</sub>: etanol (proporción 92:8) a un caudal de 10 mL/minuto. Tras la extracción, se obtuvo un extracto oleoso y tortas residuales de los insectos.

Los metales pesados se analizaron en las muestras iniciales de insectos y en las tortas resultantes de los insectos tras la extracción SFE mediante Espectrometría de Masa con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) tras la digestión previa de las muestras con HNO<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

**Resultados y conclusión:** En cuanto al contenido de metales pesados (plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (As) y mercurio (Hg)), se observó que en los cuatro tipos de insectos el Cd era el metal pesado que se encontraba en mayor concentración con valores de hasta 219 µg/kg, superando los límites establecidos por la reglamentación (100 µg/kg) (Reglamento (EU) 2022/169). El Pb solo se encontró por encima de los límites establecidos en el grillo con un valor de 100.3 µg/kg

(Reglamento (EU) 2022/188). Por otro lado, los resultados obtenidos tras la extracción SFE revelaron que los metales pesados permanecen en las tortas SFE obtenidas, por lo que prácticamente no se transfieren a los aceites extraídos. Por este motivo, los aceites obtenidos podrían ser seguros para ser aplicados en la obtención de nuevos productos alimentarios.

### **Referencias:**

Baiano, A. (2020). *Trends in Food Science & Technology*, 100, 35-50.

Laroche, M., Perreault, V., Marciniak, A., Gravel, A., Chamberland, J., & Doyen, A. (2019). *Foods*, 8(11), 572.

Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). *Molecular nutrition & food research*, 57(5), 802-823.

**Agradecimientos:** Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/060 – Desarrollo y optimización de procesos innovadores y sostenibles de extracción de aceite y proteínas a partir de microalgas, insectos, residuos y subproductos agroalimentarios: Evaluación de propiedades biológicas (EXTRAOLIOPRO)) y fue apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación con fondos procedentes de la Unión Europea NextGeneration (PRTR-C17.11) y por la Generalitat Valenciana.

Manuel Salgado Ramos quiere agradecer a la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) por la beca postdoctoral “Margarita Salas” en la modalidad “Complementaria” (2023-POST-21234), financiada con los fondos de recuperación europeos Next Generation, EU a través del Ministerio de Universidades del Gobierno de España.

Juan Manuel Castagnini agradece a la Universitat de Valencia por la beca postdoctoral de excelencia en la modalidad Maria Zambrano (ZA21-028) financiada con los fondos de recuperación europeos Next Generation, EU a través del Ministerio de Universidades del Gobierno de España. Proyecto “Extracción de compuestos bioactivos a partir de matrices alimentarias mediante tecnologías innovadoras y sostenibles (EXTRABIO)”.

Raquel Lucas-González quiere agradecer al Ministerio de Universidades de España por su beca postdoctoral ‘Recalificación Margarita Salas’ (financiada por la Unión Europea – Next Generation EU).

# EXTRACCIÓN CON AGUA SUBCRÍTICA PARA VALORIZAR LOS ORUJOS DE VINIFICACIÓN

Pedro A. V. de Freitas\*<sup>1</sup>, Consuelo González-Martínez<sup>1</sup> y Amparo Chiralt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Instituto de Ingeniería de Alimentos FoodUPV, Universitat Politècnica de València, 46022, Valencia.  
e-mail: pedvidef@doctor.upv.es

**Palabras clave:** extractos bioactivos, compuestos fenólicos, antocianos, capacidad antioxidante.

## Introducción

La industria vinícola en España produce anualmente entre 2 y 3 millones de toneladas de residuos o subproductos, siendo la mayoría (80-85%) de naturaleza orgánica. Dentro de los principales residuos generados, el “orujo de uva” constituye el mayor porcentaje del total (62%) y se produce durante el proceso de prensado de la uva. Está compuesto principalmente por hollejos y semillas (~60%), restos de pulpa y tallos. En base a su composición, los orujos son una fuente potencial de compuestos bioactivos de alto valor como los compuestos fenólicos, así como fibras, proteínas, lípidos y minerales (Ferri et al., 2020). Considerando los métodos de extracción que tienen en cuenta los principios de la Química sostenible y sin uso de solventes orgánicos, se propone la extracción con agua subcrítica (SWE) como una técnica innovadora y eficaz para el fraccionamiento y valorización del orujo.

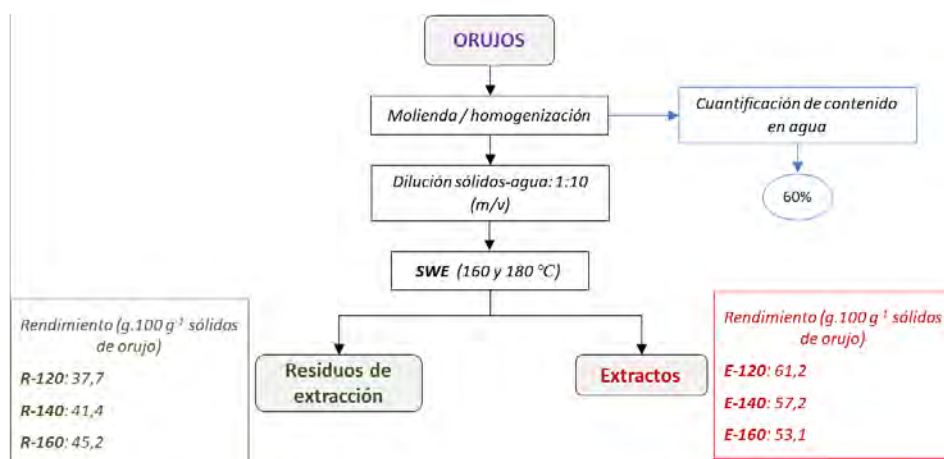
## Material y métodos

El estudio se llevó a cabo con muestras de orujo del cultivar Bobal de origen Requena, Comunidad Valenciana, suministradas por la bodega experimental de la ETSIAMN-UPV, que fueron congeladas hasta su utilización. La Figura 1, muestra el diagrama de flujo del proceso. Las muestras de orujo parcialmente descongeladas fueron trituradas durante 6 min hasta lograr una pasta homogénea que fue sometida al proceso de extracción en agua subcrítica, con una relación agua-sólidos del orujo 10:1 (m/v). La SWE se llevó a cabo empleando un reactor a presión con tres condiciones de extracción: 120 °C (1,3 bar), 140 °C (3,4 bar) y 160 °C (6,3 bar). Para todas las condiciones, el tiempo de operación una vez alcanzada la temperatura de trabajo fue de 30 min, con agitación de 150 rpm. Tras el proceso y filtrado de las dispersiones acuosas se obtuvieron dos fracciones: los extractos (E-120, E-140 y E-160) con los compuestos solubilizados y los residuos de extracción (R-120, R-140 y R-160). Los extractos se caracterizaron en cuanto a sus rendimientos, contenido en fenólicos totales (TPC), contenido de antocianos totales (CA) y capacidad antioxidante mediante el ensayo DPPH. Para conocer el contenido fenólico total del orujo, así como de los residuos de extracción, se optimizó su proceso de extracción utilizando como solventes agua y mezclas metanol-agua (60:40) con aplicación de ultrasonidos (750 W) durante 30 y 60 min a 25 °C. Los extractos obtenidos también se caracterizaron en cuanto a rendimiento, TPC, CA y capacidad antioxidante.

## Resultados y conclusión

La Tabla 1 muestra los valores de TPC, CA y EC<sub>50</sub> de los extractos obtenidos con SWE, así como los de los diferentes residuos de extracción y del orujo, todos referidos por g de sólidos de orujo para su mejor comparación. Los mejores resultados se obtuvieron a 120 °C y 1,3 bar. El extracto E-120 presentó un rendimiento de 61 g.100 g<sup>-1</sup> de sólidos de orujo (Figura 1), una riqueza fenólica de 4,1 g GAE.100 g<sup>-1</sup> de

extracto y una capacidad antioxidante equiparable a la de antioxidantes típicos puros como el ácido ascórbico o el  $\alpha$ -tocoferol. Adicionalmente, el residuo R-120 de este proceso ( $38 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  de sólidos de orujo) se presenta como un subproducto valioso, caracterizado por un alto contenido de fibras y un considerable contenido fenólico ( $10 \text{ g GAE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  de residuo) y alta capacidad antioxidante. Es destacable el descenso del contenido de fenólicos y antocianos de los extractos y residuos insolubles al aumentar la temperatura de extracción, lo cual es atribuible a la gran termo-sensibilidad de estos compuestos que se degradan a altas temperaturas (Slavu et al., 2020). Por tanto, el fraccionamiento del orujo con agua subcrítica a  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  permitió la obtención de ingredientes de alto valor; uno soluble y otro rico en fibras insolubles, ambos con gran potencial para su aplicación en la industria alimentaria, farmacéutica o cosmética, subrayando la viabilidad y sostenibilidad del proceso sin utilización de solventes tóxicos.



**Figura 1.** Diagrama del proceso de SWE con los rendimientos máxicos de los extractos y residuos de extracción.

**Tabla 1.** Contenido fenólico (TPC), de antocianos totales (CA) y capacidad antioxidante (expresados en términos de  $EC_{50}$ ) de los diferentes extractos SWE, así como de las mezclas metanólicas obtenidos en los diferentes residuos SWE y del orujo.

Extracto	TPC ( $\text{g GAE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ sólidos orujos)*	CA ( $\text{mg antocianos} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ sólidos orujos)	$EC_{50}$ ( $\text{mg sólidos orujos} \cdot \text{mg}^{-1}$ DPPH)
E-120	$2,6 \pm 0,4^a$	$3,1 \pm 0,2^a$	$1,29 \pm 0,02^c$
E-140	$1,2 \pm 0,1^b$	$0,6 \pm 0,1^b$	$2,29 \pm 0,02^b$
E-160	$1,3 \pm 0,1^b$	$0,4 \pm 0,1^b$	$3,09 \pm 0,05^a$
R-120	$3,8 \pm 0,1^b$	$0,6 \pm 0,2^a$	$2,49 \pm 0,08^b$
R-140	$3,3 \pm 0,1^c$	$0,2 \pm 0,1^b$	$3,05 \pm 0,01^a$
R-160	$4,3 \pm 0,1^a$	$0,4 \pm 0,1^{ab}$	$2,21 \pm 0,07^b$
Orujo	$5,4 \pm 0,3^a$	$45,3 \pm 2,7^a$	$1,02 \pm 0,03^d$

\*GAE: ácido gálico equivalente.

## Referencias

- Slavu, M., Aprodu, I., Milea, Ștefania A., Enachi, E., Râpeanu, G., Bahrim, G. E., & Stănciuc, N. (2020). Thermal Degradation Kinetics of Anthocyanins Extracted from Purple Maize Flour Extract and the Effect of Heating on Selected Biological Functionality. *Foods*, 9(11), 1593. <https://doi.org/10.3390/FOODS9111593>.
- Ferri, M., Vannini, M., Ehrnell, M., Eliasson, L., Xanthakis, E., Monari, S., Sisti, L., Marchese, P., Celli, A., & Tassoni, A. (2020). From winery waste to bioactive compounds and new polymeric biocomposites: A contribution to the circular economy concept. *Journal of Advanced Research*, 24, 1–11. <https://doi.org/10.1016/J.JARE.2020.02.015>

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/026) y fue apoyado por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y el proyecto CIPROM/2021/071 (Generalitat Valenciana).

# Evaluación de bioproductos de alto valor para promover dietas saludables a través de la modulación de la microbiota intestinal

**Marta Olivares<sup>1</sup>, Ricardo Bisquert<sup>2</sup>, María José Garzón<sup>1</sup>, Amparo Chiralt<sup>3</sup>, Francisco A. Tomás-Barberán<sup>4</sup>, José Manuel Guillamón<sup>2</sup>, Yolanda Sanz<sup>1</sup>**

1. Microbioma, Nutrición y Salud. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC). Avd. Agustín Escardino Benlloch, 7, 46980. Paterna (Valencia).
2. Biología de sistemas en levaduras de interés biotecnológico. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC). Avd. Agustín Escardino Benlloch, 7, 46980. Paterna (Valencia).
3. Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos-FoodUPV, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia.
4. Laboratory of Food & Health, Research Group on Quality, Safety, and Bioactivity of Plant Foods, CEBAS-CSIC, 30100 Campus de Espinardo, Murcia, Spain. Electronic address: fatomas@cebas.csic.es.

**Palabras clave:** microbiota, prebióticos, bioproductos, dieta, depresión.

## • **Introducción y objetivo**

La depresión es una de las principales causas de discapacidad, morbilidad y mortalidad a nivel mundial, afectando a más de 30 millones de personas en la Unión Europea y a más de 300 millones en todo el mundo cada año. La depresión también aumenta el riesgo de desarrollar otras enfermedades psiquiátricas y físicas, como las cardiovasculares, lo que agrava su impacto socio-sanitario. **La alimentación juega un papel crucial en la salud, y las dietas poco saludables son el principal factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas.** En ese sentido, la reducida ingesta de productos vegetales, ricos en polifenoles y fibras, es un factor de riesgo dietético importante.

Los estudios epidemiológicos han demostrado que la microbiota intestinal, modificada por la dieta y el estilo de vida, desempeña un papel fundamental en la salud física y mental. La microbiota intestinal interactúa con la dieta y el organismo humano, regulando funciones inmunológicas, endocrinas y neuronales a través del "eje intestino-cerebro", lo que contribuye a la salud general.

El objetivo ha sido determinar la capacidad de subproductos obtenidos a partir de la industria vinícola y de ingredientes alimentarios de alto valor para, a través de la modulación de la microbiota, promover la salud a través de la dieta.

- **Material y métodos**

Se ha estudiado el potencial de un residuo procedente de la industria vinícola para modular la composición y funcionalidad de la microbiota intestinal. En concreto, se ha trabajado con orujo de variedades de uva blanca (mezcla de pieles y pepitas) desecados y triturados para obtener una matriz pulverulenta (tratamiento aquí denominado “matriz”). Además, a partir de esta matriz se ha llevado a cabo un proceso de extracción mediante agua subcrítica que, previamente ha demostrado que incrementa el contenido en polifenoles y el potencial antioxidante y antibacteriano (tratamiento denominado “extracto”) (Freitas et al., 2023). Por otro lado, también hemos evaluado la interacción de la microbiota con el hidroxitirosol, un compuesto bioactivo de gran interés por su alta capacidad antioxidante.

Se recogieron muestras de heces de cinco sujetos sanos (media de edad los 35,7 años). La fermentación de los diferentes compuestos se llevó a cabo añadiéndolo a un volumen de suspensión de heces e incubándolos durante 24 h en anaerobiosis. El proceso de fermentación se confirmó mediante la acidificación del medio cuantificada mediante medidas de pH. Para analizar los cambios en la comunidad bacteriana, se llevó a cabo una extracción de ADN y secuenciación el gen 16S rRNA de las bacterias intestinales tras la fermentación y a tiempo inicial (antes de la fermentación). Además, se caracterizaron los cambios en metabolitos bacterianos (ácidos grasos de cadena corta, ácidos grasos ramificados y polifenoles) y las propiedades inmunomoduladoras de la microbiota mediante el uso de cultivos de células inmunes *in vitro*.

- **Resultados y conclusión**

La fermentación de la matriz y la fermentación del extracto favorecieron el aumento de bacterias con propiedades beneficiosas, como *Bifidobacterium* spp., Christensenellaceae R7 group, *Akkermansia muciniphila* y *Ruminococcus bromii*. Cabe destacarse que estos incrementos fueron más marcados en el caso de la fermentación del extracto. La fermentación de la matriz favoreció la producción de ácido butírico; mientras la fermentación del extracto tuvo un mayor impacto, aumentado la concentración de seis metabolitos, entre los que se encuentra el ácido isobutírico, el ácido 2-metil-butírico, ácido isovalérico, ácido valérico, ácido capropico, y el ácido hepanoico. En los cultivos con células inmunes, los productos de la fermentación de la matriz y del extracto causaron una reducción en la producción de IFN- $\gamma$  y, solo en el caso de la matriz, también de TNF- $\alpha$ .

Por su parte, el hidroxitirosol también moduló la composición de la microbiota, destacándose los aumentos en *Akkermansia muciniphila* y en bacterias generadoras de butirato, como *Ruminococcus bromii* y *Ruminococcus subdoligranulum*. Si bien estos aumentos no se asociaron a un mayor contenido en ácido butírico, sí que se encontró un marcado incremento en los niveles de ácido 2-metil-butírico. Por último, la fermentación del hidroxitirosol causó una reducción significativa de TNF- $\alpha$ , sin detectarse cambios en el resto de marcadores.

En conjunto, nuestros resultados muestran el potencial de los subproductos de la industria vinícola y de ingredientes de alto valor para favorecer el crecimiento de bacterias beneficiosas y promover una respuesta anti-inflamatoria. Concretamente, la matriz obtenida a partir de pieles y pepitas de la uva ejerce un efecto modulador sobre la microbiota, que se potencia con la aplicación de técnicas de extracción con agua subcrítica. Por otro lado, nuestros resultados avalan el potencial del hidroxitirosol para promover la salud humana a través de la modulación de la microbiota.

- **Referencias**

Freitas et al. Subcritical Water Extraction for Valorisation of Almond Skin from Almond Industrial Processing. *Foods*, 2023;12(20):3759.

Los tipos de comunicaciones aceptadas son:

1. oral (a confirmar por el comité científico).
2. poster
3. Indistinto



# LOS INSECTOS COMO NUEVOS INGREDIENTES ALIMENTARIOS: HARINAS DE GRILLO (*Acheta domesticus*) Y DE GUSANO (*Tenebrio molitor*)

Juana Fernández-López<sup>1\*</sup>, Judith Rodríguez-Párraga<sup>1</sup>, Carmen Botella-Martínez<sup>1</sup>,  
Francisco J. Barba-Orellana<sup>2</sup> y Raquel Lucas-González<sup>1</sup>

1: Grupo investigación IPOA. Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental de la Universidad Miguel Hernández (CIAGRO-UMH), Ctra. Beniel Km 3,2. 03312 Orihuela, Alicante  
e-mail: j.fernandez@umh.es

2: Research Group in Innovative Technologies for Sustainable Food (ALISOST), Depart Preventive Medicine and Public Health, Food Science, Toxicology and Forensic Medicine, Faculty of Pharmacy, Universitat de València, Avda. Vicent Andrés Estellés, s/n, 46100 Burjassot, Valencia, Spain.

## Introducción

El creciente costo y el impacto ambiental de la producción de proteínas animales, la inseguridad alimentaria en algunas partes del mundo y el crecimiento de la población, son los principales factores que están determinando que el consumo de insectos como alimento sea cada vez más relevante. Los estudios científicos indican que los insectos son una fuente de nutrientes muy saludable con alto contenido de grasa, proteínas, vitaminas, fibra y minerales. Por lo tanto, son una fuente alternativa de proteínas que facilita el cambio hacia dietas saludables y más sostenibles con el medioambiente. El Reglamento de la Unión Europea sobre Nuevos alimentos autoriza la comercialización de 4 tipos de insectos en condiciones determinadas (Reglamento UE 2017/2470). No obstante, todavía existe un rechazo a su consumo, que podría solventarse si se incluyen como ingredientes (en forma de harinas) en otros productos de consumo mayoritario, como productos de panadería, cárnicos, etc. Para ello, la caracterización de sus propiedades tecno-funcionales es fundamental para evaluar la interacción con la matriz alimentaria y determinar su idoneidad para su inclusión en los diferentes tipos de alimentos. El objetivo de este trabajo es analizar la composición proximal y las propiedades tecno-funcionales de la harina de *Acheta domesticus* y *Tenebrio molitor* con vistas a su posible inclusión como ingrediente en diferentes alimentos.

## Materiales y métodos

Las harinas de grillo y de gusano se obtuvieron de un proveedor autorizado (Insectum, Valencia, España). Se procedió a la determinación de su composición proximal (AOAC, 2012) y a su caracterización tecno-funcional: pH, actividad de agua (Novasina), color (parámetros de color CIEL\*a\*b\* usando un espectrofotocolorímetro MINOLTA), capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (CRO), actividad emulsionante (AE) y capacidad gelificante (CG) (López-Marcos et al., 2015) Todas las determinaciones se realizaron por triplicado. Se aplicó un ANOVA de un factor ( $p < 0,05$ ) para evaluar las diferencias entre las harinas usando el paquete estadístico SPSS.

## Resultados

Los resultados de la composición proximal de ambas harinas se presentan en la Tabla 1. En ambas harinas la fracción mayoritaria fueron las proteínas, con mayor contenido en las procedentes del grillo. Las harinas procedentes de gusano presentaron mayor contenido de grasas y menor de fibra dietética (TDF) que las de grillo ( $p < 0,05$ ).

El pH de ambas harinas (próximo a la neutralidad) las hace idóneas para su incorporación en todo tipo de alimentos. Ambas harinas resultaron diferentes en sus propiedades de color; las de grillo fueron más luminosas (relacionado con su mayor contenido en humedad) y con menos componentes rojos que las de gusano ( $p < 0,05$ ). Ambas harinas presentaron similares valores de CRA, CRO y CG, demostrando su potencial para su aplicación en alimentos. Las harinas de gusano presentaron una mayor AE que las de grillo ( $p < 0,05$ ), lo que las hace idóneas para mejorar las propiedades emulsionantes del producto final.

**Table 1.** Composición proximal (g/100g) y propiedades tecno-funcionales de las harinas de grillo común (*Acheta domestica*) y gusano de la harina (*Tenebrio molitor*)

	<i>Acheta domestica</i>	<i>Tenebrio molitor</i>
Humedad (%)	10,6 ± 0,99a	4,70 ± 0,88b
Proteínas (%)	57,3 ± 1,23a	50,00 ± 1,65b
Grasas (%)	21,5 ± 1,11b	30,80 ± 1,08a
Hidratos de Carbono (%)	2,70 ± 0,06b	6,70 ± 0,09a
TDF (%)	4,90 ± 0,22a	3,30 ± 0,20b
Cenizas (%)	3,00 ± 0,02b	4,50 ± 0,06a
pH	6,61 ± 0,03b	6,86 ± 0,01a
aw	0,401 ± 0,010b	0,440 ± 0,010a
CIELAB L*	50,29 ± 0,97a	37,78 ± 1,40b
CIELAB a*	4,26 ± 0,08b	6,08 ± 0,19a
CIELAB b*	14,52 ± 0,25a	12,81 ± 0,87b
CRA (g agua/ g muestra)	2,89 ± 0,10a	2,85 ± 0,08a
CRO (g aceite/g muestra)	1,76 ± 0,04a	1,74 ± 0,13a
AE (%)	66,67 ± 2,89b	83,33 ± 7,64a
CG (%)	56,67 ± 5,77a	60,00 ± 10,00a

<sup>a-b</sup> diferentes letras en una misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ). (media ± s.d.)

## Conclusión

Las harinas de insectos (grillo común y gusano de la harina) tienen un alto valor nutritivo, y tecnológicamente presentan propiedades funcionales que las hacen adecuadas para su incorporación en diferentes matrices alimentarias. Su idoneidad en una u otra matriz alimentaria vendrá determinada tanto por el valor nutritivo que se quiera mejorar como por la funcionalidad tecnológica que cada proceso alimentario requiera.

## Referencias

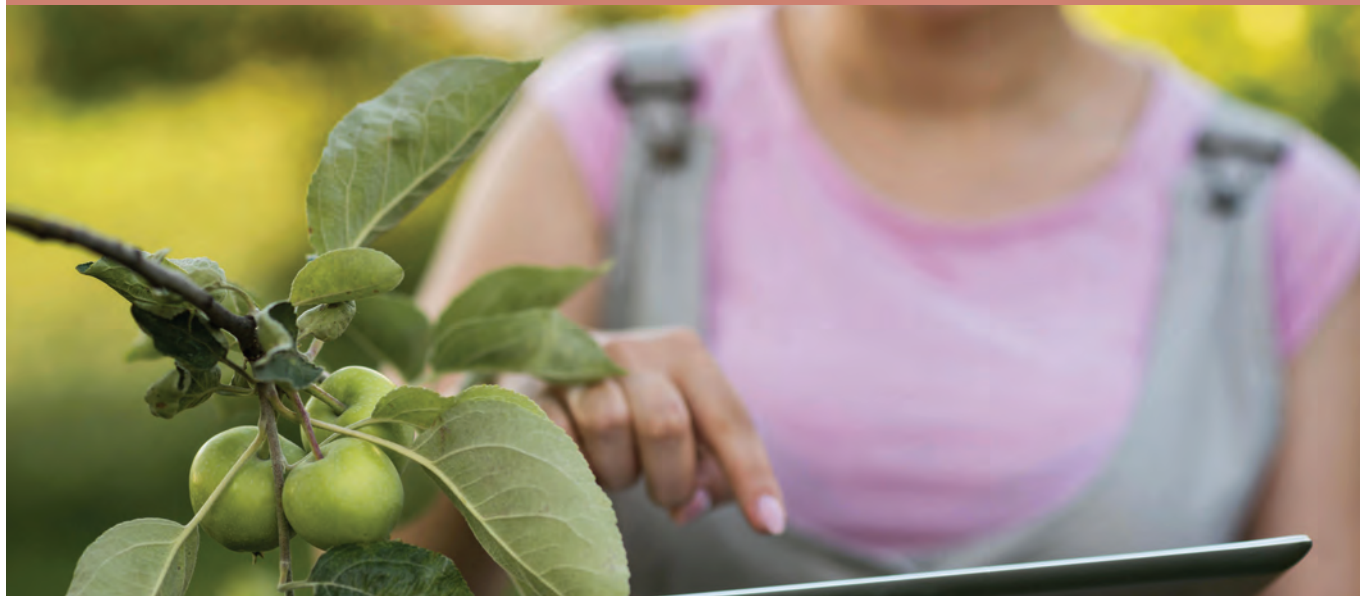
- AOAC, 2012 Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. 19th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA,  
 López-Marcos, M.C., Bailina, C., Viuda-Martos, M. Pérez-Alvarez, J.A., Fernández-López, J. Properties of dietary fibers from agroindustrial coproducts as source for fiber-enriched foods. Food Bioprocess Technol 8, 2400–2408 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1591-z>

**Agradecimientos:** Al proyecto AGROALNEXT/2022/060–“Desarrollo y optimización de procesos innovadores y sostenibles de extracción de aceite y proteínas a partir de microalgas, insectos, residuos y subproductos agroalimentarios: Evaluación de propiedades biológicas (EXTRAOLIOPRO)” del Ministerio de Ciencia e Innovación financiado con fondos Next Generation de la Unión Europea (PRTR-C17. I1) y por la Generalitat Valenciana. Raquel Lucas González quiere agradecer a la Universidad Miguel Hernández (UMH) por la beca postdoctoral “Margarita Salas” financiada con los fondos de recuperación europeos Next Generation, EU a través del Ministerio de Universidades del Gobierno de España.

# AGROALNEXT



Línea estratégica 3: Transición digital del sector agroalimentario



## POSTERS WP3

## EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA DOSIS DE RIEGO Y LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN UN CULTIVO DE CÁÑAMO (*Cannabis sativa* L.)

Abadía, R.<sup>1</sup>; García-Martínez, S.<sup>1</sup>; Soriano, B.<sup>1</sup>; Pardo, S.<sup>1</sup>; Muñoz-Acero, J.<sup>1</sup>; Grau-Sánchez, A.<sup>1</sup>; Rocamora, C.<sup>1</sup>; Puerto, H.<sup>1</sup>; Ferrández-Pastor, F.J.<sup>2</sup>; Cámara-Zapata, J.M.<sup>1\*</sup>

1: Instituto Universitario de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental. Universidad Miguel Hernández de Elche. Carretera de Beniel, sn, km. 3,2, 03312, Orihuela, Alicante  
e-mail: [jm.camara@umh.es](mailto:jm.camara@umh.es)

2: Instituto Universitario de Investigación Informática (IUII-UA). Universidad de Alicante, Carretera San Vicente del Raspeig, s/n, 03690, San Vicente del Raspeig, Alicante, Spain

**Palabras clave:** CBD, fibra, parámetros biométricos, necesidades de agua

### Introducción y objetivo

La información sobre el cultivo del cáñamo (*Cannabis sativa* L.) es escasa ya que está sometido a una fuerte regulación a escala global. Sin embargo, se trata de una planta ampliamente cultivada desde la antigüedad debido a sus múltiples aplicaciones, entre las que destaca en la actualidad, la obtención de fibra y compuestos como el CBD para uso medicinal. La fibra se encuentra en los tallos, correspondiendo la parte externa a la fibra larga, y la parte interna a la cañamiza, y el CBD se encuentra principalmente en las flores femeninas. Con el objetivo de mejorar la eficiencia en la producción de fibra y cannabinoides interesantes desde el punto de vista farmacéutico, se emplean estrategias agronómicas, generalmente en invernadero, lo que permite mejorar el control del clima y la fertiirrigación, y con ello, la producción y la calidad. Sin embargo, también es importante realizar una evaluación agronómica en el cultivo al aire libre. El objetivo de este trabajo es analizar el efecto de la dosis de riego y la densidad de plantación sobre la respuesta agronómica de un cultivo de cáñamo de la variedad Komploti.

### Material y métodos

El ensayo se ha realizado en la finca experimental del Instituto de Investigación Agroalimentario y Agroambiental de la Universidad Miguel Hernández (coordenadas ETRS89 UTM\_X: 677085.39, UTM\_Y: 4215284.21). Se han empleado dos bloques al azar con seis tratamientos por bloque, dos densidades de plantación y tres dosis de riego. Las densidades fueron (D1) siembra directa a razón de 7,5 gr/m<sup>2</sup> y (D2) plantas aisladas con un marco de plantación de 0,8 x 0,4 m, resultando 15 y 3,1 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente. Las dosis de riego fueron (RT) riego con un 100 % de las necesidades de agua del cultivo, (R1) con un 75 % de las necesidades y (R2) con un 50 % de las necesidades. Los tratamientos se dispusieron en parcelas de 8,5 por 4,0 m, ocupando un total de 12 parcelas correspondientes a los dos bloques y los seis tratamientos. De acuerdo con [1], los coeficientes de cultivo empleados han sido 0,5 para el 100% de necesidades, desde la siembra hasta la aparición de 3-4 pares de hojas; 0,9 desde 3-4 pares de hojas hasta la aparición de flores masculinas y 1,1 desde la aparición de flores masculinas hasta la recolección. El riego se aplicó mediante goteo, con goteros autocompensantes de 1 L/h separados 0,2 m dispuestos en tuberías de 16 mm separadas 0,4 m entre sí, en las parcelas D1, y con goteros autocompensantes de 4 L/h a un marco de 0,8 x 0,4 m en las parcelas D2. La pluviometría media aplicada ha sido de 12,5 mm/h en ambos casos. Se realizaron medidas biométricas y de producción de fibra y CBD. El cultivo se ha realizado desde el 28 de junio hasta el 21 de septiembre. Se aplicó un riego de implantación de 5 horas de duración y 28 riegos de duraciones medias de 102, 77 y 56 minutos para los tratamientos RT, R1 y R2 respectivamente, siendo el intervalo de riego medio de 3 días.

## Resultados y conclusión

La Tabla 1 muestra los resultados biométricos y de producción de fibra larga y CBD. Se observan diferencias significativas en todas las variables analizadas, tanto en función de la densidad de plantación como en el riego total aplicado, no existiendo interacción entre ambos factores, salvo en el caso de la altura de planta medida al inicio de la fructificación.

Tabla 1. Valores medios (media  $\pm$  SE) de peso fresco de la parte aérea de la planta (Pf.Planta, g), altura a inicio de fructificación (Altura, cm), diámetro de tallo ( $\varnothing$  Tallo, mm), masa seca de tallo (Ms.Tallo, %), contenido en fibra larga (Fibra.L, %) y contenido en CBD (CBD,  $\mu$ g/g de peso seco de flor), en función de los factores riego (RT, R1 y R2) y densidad de plantación (D1 y D2). Valores con distinta letra del mismo factor indican diferencias significativas al nivel del 95%, según el test de Tukey. \*, \*\*, \*\*\* y “ns” indican diferencias significativas en  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$  y diferencias no significativas respectivamente.

	Pf. Planta	Altura	$\varnothing$ Tallo	Ms.Tallo	Fibra.L	CBD
RT	1776 $\pm$ 310 a	246,9 $\pm$ 5,1	15,42 $\pm$ 0,46 b	37,7 $\pm$ 1,1 b	31,3 $\pm$ 1,4 a	3,0 $\pm$ 0,6 a
R1	973 $\pm$ 239 b	231,8 $\pm$ 4,8	15,57 $\pm$ 0,52 b	32,1 $\pm$ 2,7 a	37,5 $\pm$ 1,5 b	3,6 $\pm$ 0,5 a
R2	666 $\pm$ 129 b	236,4 $\pm$ 5,5	13,28 $\pm$ 0,37 a	41,5 $\pm$ 1,1 b	38,6 $\pm$ 1,2 b	4,8 $\pm$ 0,4 b
R	***	*	*	**	**	**
D1	1016 $\pm$ 197	238,2 $\pm$ 3,1	14,35 $\pm$ 0,30	37,3 $\pm$ 0,9	34,0 $\pm$ 1,1	4,6 $\pm$ 0,3
D2	1283 $\pm$ 318	222,6 $\pm$ 5,2	15,41 $\pm$ 0,38	36,0 $\pm$ 2,9	38,2 $\pm$ 1,8	2,9 $\pm$ 0,4
D	**	***	**	ns	*	***
R x D	ns	**	ns	ns	ns	ns

La variable más afectada por el riego es el peso fresco de planta ( $p < 0,001$ ), siendo significativamente mayor a mayor dosis de riego. Sin embargo, el contenido en CBD es significativamente mayor ( $p < 0,01$ ) a menor dosis de riego, lo que ratifica los resultados obtenidos por otros autores [2]. La variable más afectada por la densidad de plantación es la concentración de CBD ( $p < 0,001$ ), siendo significativamente mayor con el aumento de la densidad de plantación. En cuanto al contenido en fibra larga, hay diferencias significativas tanto en función de la dosis de riego ( $p < 0,01$ ) como la densidad de plantación ( $p < 0,05$ ), siendo mayor el porcentaje de fibra larga cuanto menor es la dosis de riego y menor la densidad de plantación. La altura de la planta se ve afectada por la densidad de plantación ( $p < 0,001$ ) y por el riego ( $p < 0,05$ ), aunque existe una interacción entre ambos factores ( $p < 0,01$ ). Esta interacción se puede ver en la Figura 1, en la que se observa que para una dosis de riego del 100%, no hay diferencias en la altura entre D1 y D2, mientras que para dosis menores, la altura es mayor para la densidad mayor D1, existiendo diferencias significativas entre la altura alcanzada en ambas densidades de plantación en los dos tratamientos de menor dosis de riego.

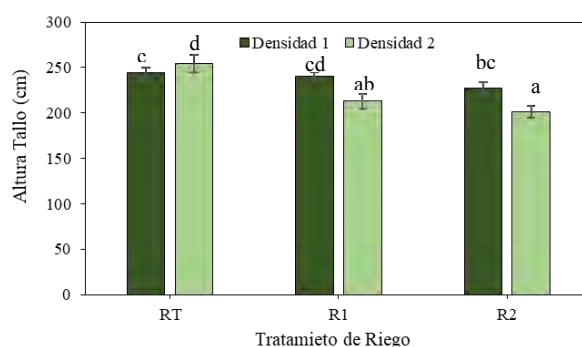


Figura 1. Valores medios de altura de planta a inicio de maduración frente a la densidad de plantación y el riego aplicado

## Referencias

- [1] García-Tejero. LF.; et al. Seeking suitable agronomical practices for industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivation for biomedical applications. *Industrial Crops & Products* 139 (2019) 111524
- [2] Caplan D, Dixon M, Zheng Y. 2019. Increasing Inflorescence Dry Weight and Cannabinoid Content in Medical Cannabis Using Controlled Drought Stress. *Hortscience* 54(5):964–969. 2019.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/048) y ha sido apoyado por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana.

## Generación de patrones de grupo amino primario para la calibración del sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm

C.E. Rodríguez-Palma<sup>1\*</sup>, R. Herráez-Hernández<sup>1</sup> y P. Campíns-Falcó<sup>1</sup>

1: Grupo MINTOTA, Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de Valencia; Dr. Moliner, 50; 46100 Burjassot, España;

e-mail: carlos.e.rodriguez@uv.es

**Palabras clave:** Amonio, aminas, derivatización, LC-Capilar.

**Introducción y objetivos:** Comparado con la calibración de instrumentos que generan respuestas a partir de disoluciones, la obtención de patrones para la medición de sustancias volátiles en aire es una tarea más compleja. El objetivo del presente trabajo ha sido el desarrollo de un procedimiento analítico para evaluar cuantitativamente la generación de patrones de amoníaco y aminas alifáticas primarias de cadena corta en la calibración del sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm. Con esta finalidad se ha desarrollado un procedimiento analítico para la cuantificación de amonio, metilamina, etilamina, isopropilamina, butilamina y pentilamina en las disoluciones utilizadas para obtener atmósferas de dichos compuestos al finalizar la generación correspondiente. Dicho procedimiento se basa en la derivatización del amoníaco y de las aminas con los reactivos o-phthaldialdehído y N-acetilcisteína (OPA-NAC) (Moliner Martínez, 2004), y su posterior análisis mediante microextracción en fase sólida en tubo (IT-SPME) acoplada en línea con un equipo de cromatografía líquida capilar (CapLC) y detector espectrofotométrico de fila de diodos.

### Material y métodos:

Derivatización de los analitos. Se mezclaron en viales de 2 mL alícuotas de 25 µL de disolución de OPA-NAC 0.4 mM, 100 µL de la disolución conteniendo los analitos, y 50 µL de tampón borato 0.5 M de pH 10; tras un tiempo de reacción de 10 min se añadió 1 mL de tampón fosfato 10 mM de pH 7.5. A continuación se introdujeron 40 µL de la disolución resultante en el sistema de IT-SPME-CapLC.

Etapas de IT-SPME. Para llevar a cabo la IT-SPME se reemplazó el loop de la válvula de inyección con un capilar de 30 cm de TRB-35 de 0.32 mm de diámetro interno y 3 µm de grosor del recubrimiento interno. Tras la introducción de la muestra se cambió la posición de la válvula y se inició el análisis cromatográfico.

Separación y detección. Para la separación cromatográfica se utilizó un cromatógrafo líquido capilar compuesto de una bomba capilar, una válvula de inyección de 6 puertos y un detector de UV de arreglo de diodos equipado con una celda de flujo de 80 nL (Agilent Technologies). La columna cromatográfica usada fue una columna Zorbax SB C18, 150 mm x 0.5 mm id, 5 µm (Agilent), y la fase móvil fue una mezcla de acetonitrilo y agua en modo gradiente. El porcentaje de inicial de acetonitrilo fue del 10% hasta el minuto 10, y luego se incrementó hasta el 70 % al minuto 14, manteniéndose constante hasta el final del análisis. El flujo de fase móvil fue de 7 µL/min. Los cromatogramas se registraron a 340 nm.

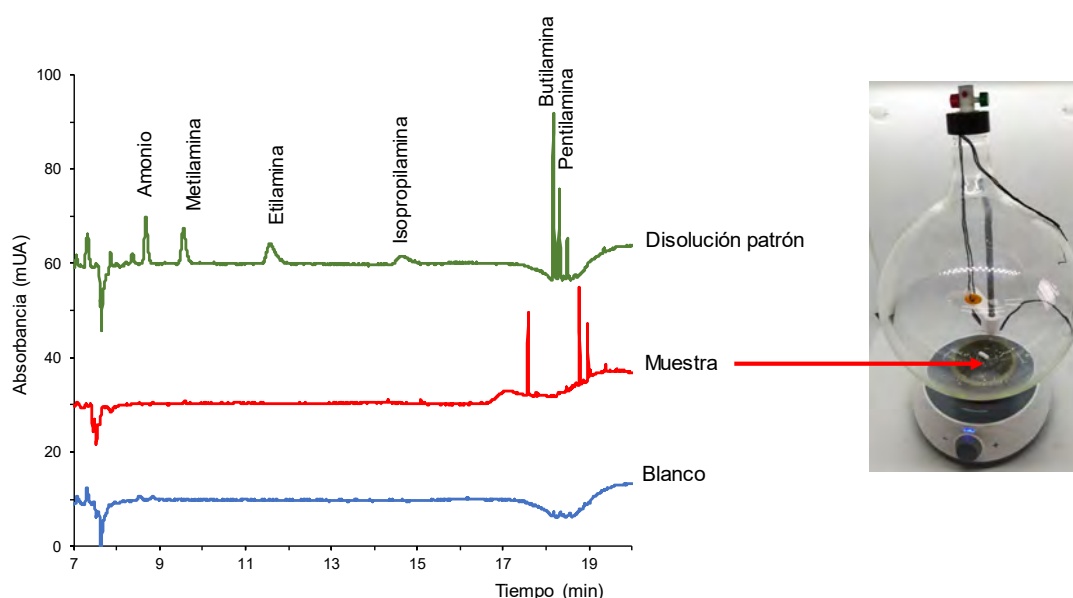
Muestras analizadas. Se analizaron las disoluciones obtenidas tras la exposición del sensor a las atmósferas generadas al introducir en balones de 2 L 100 µL de disoluciones patrón de cloruro de amonio y 200 µL de disolución de NaOH 2 M. Tras retirar los sensores, se tomó un volumen de disolución de 50 µL, se neutralizó con 50 µL de HCl 1 M, y la mezcla se sometió a derivatización de la

forma ya indicada.

## Resultados y conclusiones:

Las condiciones de separación y detección permitieron la cuantificación tanto de amonio como de las aminas alifáticas tras su reacción con OPA-NAC con prestaciones satisfactorias en intervalos de concentraciones de 0.125 – 5.0 mg/L para amonio, 50-500 µg/L para isopropilamina y 12.5 – 500 µg/L para el resto de las aminas. Los límites de detección (LODs) fueron 125 µg/L para el amonio, 50 µg/L para la isopropilamina, 12,5 µg/mL para metilamina, etilamina y pentilamina, y 50 µg/L para la butilamina. La precisión fue igualmente satisfactoria, con desviaciones estándar relativas del 1-6 %.

Finalmente, el procedimiento se aplicó al análisis de los compuestos de interés en la disolución residual recogida tras la exposición al sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm. En la Figura 1 se comparan los cromatogramas obtenidos para un blanco (agua nanopura) y una disolución patrón de los analitos, así como el registro obtenido para una muestra recogida tras 6 horas de exposición al sensor. Como puede deducirse de la figura, la concentración de amonio en la muestra analizada está por debajo de su LOD, equivalente a un 0.13 % de la cantidad de amonio utilizada en la disolución patrón para la calibración del sensor. Ello permite concluir que el método de generación de patrones de NH<sub>3</sub> para la calibración del sensor es eficiente.



**Figura 1.** Cromatogramas obtenidos para un blanco (agua nanopura), una disolución patrón de los analitos de concentración 1 mg/L de amonio y 100 µg/L de las aminas, y una muestra obtenida a partir de una disolución conteniendo 193,2 µg/mL de amonio tras 6 horas de exposición al sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm (izquierda); imagen del montaje utilizado (derecha).

## Referencia:

Y. Moliner Martínez, P. Campins-Falcó, R. Herráez-Hernández, J. Verdú-Andrés. Evaluation of C18 adsorbent cartridges for sampling and derivatization of primary amines in air. *Anal. Chim. Acta.* 2004, 502, 235-239.

## Agradecimientos:

Este estudio ha recibido financiación a través de los proyectos AGROALNEXT financiado por el MCIN-Unión Europea Next Generation EU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana: AGROALNEXT 2022/019, y PDC2021-121604-I00 financiado por el MCIN/AEI/10.13039/501100011033 - European Union NextGenerationEU/PRTR. C.E.R.-P. agradece los contratos predoctorales financiados a través de los proyectos PDC2021-121604-I00 y AGROALNEXT 2022/019.

# Evaluación de distintos composites NH<sub>3</sub>ControlFarm para el muestreo de granjas avícolas

S. Cortés-Bautista<sup>1\*</sup>, B. Monforte-Gómez<sup>1</sup> y P. Campíns-Falcó<sup>1</sup>

<sup>1</sup>:Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de Valencia.  
46100, Burjassot, Valencia, España.  
e-mail: sergio.cortes@uv.es

## Palabras clave

Sensor sólido, amoníaco, composite, cambio de color.

## Introducción y objetivo

La concentración de amoníaco en la atmosfera de granjas avícolas se encuentra legislada por la Unión Europea (Directiva 2007/43/CE del Consejo) estableciendo una concentración máxima de 20 ppmv debido al fuerte impacto negativo de este compuesto en la salud de los animales, así como en el medioambiente, siendo considerado un gas de efecto invernadero además ser un catalizador de la lluvia ácida. En la actualidad no existe una solución sostenible y verde para el control de este tipo de atmósferas. El grupo MINTOTA-UV patentó un sensor sólido colorimétrico para la determinación de amoníaco [1]. Se trata de un composite constituido por una matriz polimérica de polidimetilsiloxano (PDMS) y tetraorto-silicato (TEOS), con 1,2-naftoquinona-4-sulfonato (NQS) como reactivo derivatizante, dopado con nanopartículas de silicio (SiO<sub>2</sub>NPs). A partir de la patente, se han descrito otros sensores incluyendo líquido iónico (IL) en el material [2]. De este modo, el objetivo principal del presente trabajo es estudiar la calibración de ambos sensores NH<sub>3</sub>ControlFarm para el seguimiento de las atmosferas de amoníaco en granjas avícolas.

## Material y métodos

Para la síntesis de los sensores ópticos se siguió el procedimiento descrito por la patente [1] y por Ballester-Caudet et al. (2021) [2]. Los sensores, una vez gelificados, se hicieron reaccionar con atmosferas a diferentes concentraciones patrón de amoníaco en el intervalo de 2.5 a 50 ppmv. Para crear las atmosferas de amoníaco se combinaron 100 µL de diferentes concentraciones de NH<sub>4</sub>Cl con un exceso de NaOH en un recipiente esférico de 2 L (ver Figura 1 a). Los sensores se suspendieron en el recipiente dejándolos expuestos a esta atmosfera durante 8 y 120 h. La presencia de amoníaco en la atmosfera se tradujo en un cambio de color del sensor de naranja a marrón que se cuantificó utilizando espectroscopia de reflectancia difusa. Por último, se utilizó microscopía óptica con el fin de observar diferencias en la microestructura de ambos sensores.

## Resultados y conclusión

Tanto los sensores con como sin IL mostraron un cambio de color de naranja a marrón cuando se expusieron a concentraciones de amoníaco de hasta 50 ppmv, siendo este cambio más acentuado en los sensores que contienen IL. Se utilizó la reflectancia difusa para medir las señales de absorbancia de diferentes patrones de amoníaco, observando como los sensores con IL proporcionan pendientes mayores en la recta de calibrado. Los estudios mediante microscopía óptica mostraron una mayor porosidad del material en presencia de líquido iónico, dando lugar a un mayor área superficial y velocidad de reacción lo que justifica su mayor sensibilidad (ver figura 1 b). Por otro lado, para 120 horas de tiempo de reacción, los sensores con IL se saturan por completo, mientras que los que no contienen IL aún ofrecen señales de absorbancia adecuadas, pudiendo utilizarse en casos en los que se quieran exponer en periodos de tiempo más largos.



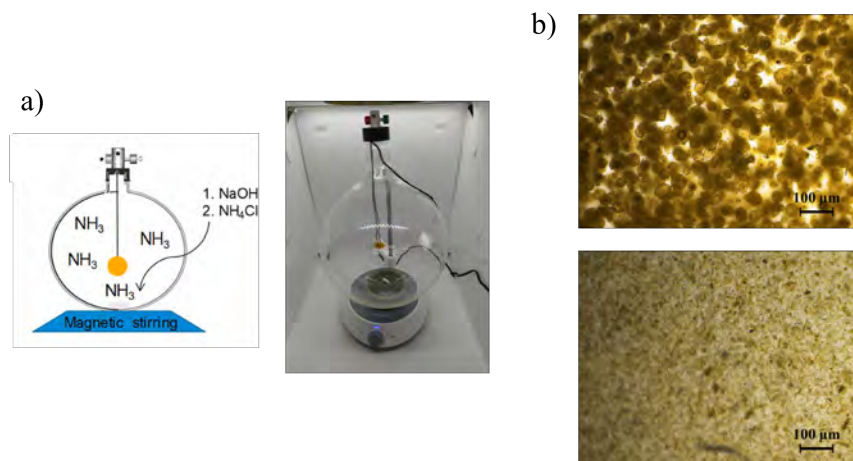


Figura 1. a) Montaje empleado para exponer el sensor a la atmósfera de amoníaco con diferentes concentraciones de amoníaco. b) Imágenes obtenidas mediante microscopía óptica para el sensor óptico de amoníaco con líquido iónico (arriba) y sin líquido iónico (abajo).

En este trabajo se ha demostrado que el uso de los sensores NH3ControlFarm con composite de base PDMS con NQS y dopados con SiO<sub>2</sub>NPs pueden utilizarse para la determinación de amoníaco en la atmósfera de la granja con tiempos de exposición superiores a los que utilizan líquido iónico, por lo que para evaluar estas atmosferas se puede hacer uso de ambos composites.

## Referencias

- [1] A. Ballester-Caudet, L. Hakobyan, Y. Moliner-Martínez, C. Molins-Legua, P. Campíns-Falcó Ionic-liquid doped polymeric composite as passive colorimetric sensor for meat freshness as a use case. *Talanta*, 223 (2021) 121778.
- [2] P. Campíns-Falcó, Y. Moliner-Martínez, R. Herraiz-Hernandez, C. Molins-Legua, J. Verdú-Andrés, N. Jornet-Martínez, Passive device for in situ detection and/or determination of amines in gases). Grant number: ES2519891B1. Application number: P201300436. Titular Entity: 2735- Universidad de Valencia. PCT: PCT/ ES2014/000077 (granted 2020), EP 14795283.2. Extended Patent: Passive device for in situ detection and/or determination of ammonia, ammonium and/or amines in gases). Application number: P201600032.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y contó con el apoyo del MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.11) y de la Generalitat Valenciana: AGROALNEXT 2022/019. Otras ayudas económicas proceden del proyecto PDC2021-121604-I00 MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTRPDC2021-121604-I00. Los autores agradecen a la EU FEDER de ESPAÑA. S. Cortés-Bautista expresa su agradecimiento a AGROALNEXT 2022/019 por el contrato postdoctoral.



## GREENCROPS: USING REMOTELY SENSED STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PLANT TRAITS FOR THE EARLY DETECTION OF DROUGHT AND NITROGEN DEFICIT IN CROPS

M. Pilar Cendrero-Mateo<sup>1</sup>, Shari Van Wittenberghe<sup>1</sup>, Adrián Moncholí<sup>1</sup>, Cynthia Chardi-Raga<sup>1</sup>, Sara Pescador-Dionisio<sup>1</sup>, Clara Garcia-Martinez<sup>1</sup>, Eatidal Amin<sup>1</sup>, Ana B. Pascual-Venteo<sup>1</sup>, Inmaculada García-Robles<sup>2</sup>, Carolina Rausell<sup>2</sup>, Sergio G Nebauer<sup>3</sup>, Marcos Jiménez<sup>4</sup>, Amelia Montoro<sup>5</sup>, Jose Moreno Mendez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratory of Earth Observation. Universitat de València, C/ Catedrático José Beltrán, 2, 46980 Paterna, Valencia, Spain.  
m.pilar.cendrero@uv.es.

<sup>2</sup>Departamento de Genética. Facultad de Biología, Universitat de València, C/ Doctor Moliner 50, 46100 Burjassot (Valencia).

<sup>3</sup>Área de Fisiología vegetal. Universitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia

<sup>4</sup>National Institute of Aerospace Technology (INTA), Torrejón de Ardoz, Madrid, Spain

<sup>5</sup>Instituto Técnico Agronómico Provincial, 02007 Albacete, España

**Keywords:** proximal sensing, sun-induced fluorescence, plant photosynthetic activity, water and nutrients deficit.

### Introduction and objectives

Sustainable food systems are directly linked to sustainable agriculture, which relies on the implementation of strategies to conserve and protect natural resources and enhance the resilience of farming systems. Depletion of groundwater reserves and non-renewable mineral fertilizer resources are serious threats to sustainability. Early detection of drought and nitrogen deficiency is needed to maximize the efficiency of water and nutrient use. While there have been significant advances in molecular and genetic tools for plant breeding in recent years, the quantitative analysis of plant structure and function, or phenotype, under field conditions has become a major bottleneck. Applications of emerging technologies in digital agriculture, such as remote sensing techniques, can provide innovative solutions to improve the performance and sustainability of agricultural production systems. GreenCrops (SEJIGENT, CISEJI/2023/48) in collaboration with AGROALNEXT 056 project, addresses the early detection of drought and nitrogen deficiency by understanding the temporal and spatial dynamics of plant photosynthesis by establishing relationships between environmental conditions (e.g. high temperature), structural (e.g. water content or pigment content) and functional (e.g. surface temperature, non-photochemical quenching and chlorophyll fluorescence) plant traits.

### Material and methods

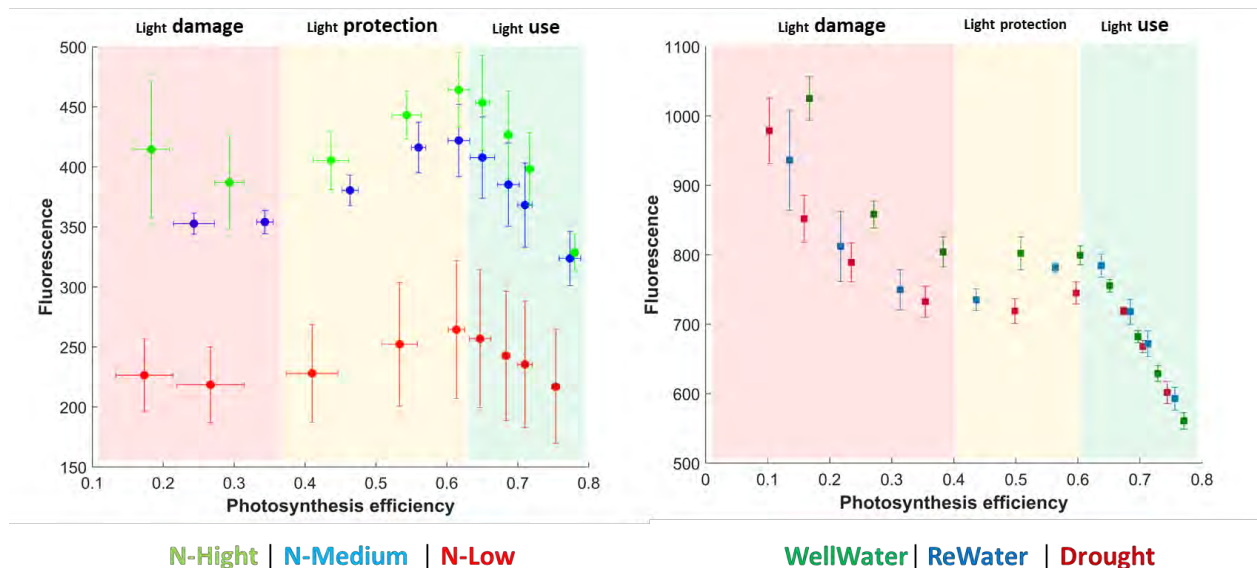
A promising approach for remote and early detection of water and nitrogen deficits is the use of functional-based traits, such as temperature-based plant stress indicators, non-photochemical quenching (NPQ), and sun-induced chlorophyll fluorescence (F). Unlike structural-based traits, functional-based traits are directly related to rapid changes in photosynthetic pigments and leaf processes. Chlorophyll fluorescence is the light emitted by chlorophyll pigments in the 650-800 nm spectral window with two emission maxima: in the red around 685 nm (red fluorescence) and 740 nm (far-red fluorescence). F is one of the de-excitation mechanisms of vegetation to dissipate light energy absorbed by plants. When incident solar light is absorbed by chlorophyll molecules, they reach an unstable excited energetic state that returns to the ground state by three dissipation mechanisms: (1) part of the absorbed energy is used to perform photosynthesis; (2) another part is dissipated by thermal energy dissipation (widely referred to as NPQ); and the remaining energy is dissipated in the form of (3) F spectral emission. In addition, the chemical reactions that drive photochemical energy conversion, carbon assimilation, and respiration (4) are significantly affected by changes in temperature. In the presence of sufficient resources and little or no stress, photosynthesis may proceed at or near maximal rates. However, in the presence of stress,

adjustments in photosynthesis and excess energy dissipation will pass through stages that reflect the increasing effect of stress.

The objective of GreenCrops will be achieved by coupling remote sensing top of canopy measurements with modeling activities. In this context, the Laboratory of Earth Observation (LEO) of the University of Valencia has carried out several field and laboratory experiments over the last years, exploiting the potential of sensor synergies to obtain ancillary data for the interpretation of F (Van Wittenberghe, 2021). To achieve these goals, the LEO group has equipped itself with state-of-the-art remote sensing tools (i.e. high spectral resolution radiometers, multispectral and thermal cameras, as well as CableCam, UAV and growth chamber systems) and is conducting dedicated experiments to quantify the dynamics of the photosynthetic light response.

### Results and conclusions

Since fluorescence and photosynthesis are linked by the actual amount of light absorbed by chlorophyll molecules, a strong linear correlation between the two variables has been observed in a variety of ecosystems, including forest and agricultural areas. This has led to the use of fluorescence as a proxy for plant photosynthesis and thus as a stress indicator. However, recent benchmarking studies have shown that this positive correlation is only valid for a specific period of time when light use efficiency can be assumed to be constant. However, plants are mostly exposed to changing conditions, either induced by light (diurnal cycle), limited resources (water or nutrients), temperature (heat or cold wave), or even the combination of several factors (Moreno, 2021). Under these scenarios, the NPQ mechanism is triggered, increasing the energy dissipation pathway and thus breaking the linear relationship between photochemistry and fluorescence (Figure 1). However, to date, it has not been possible to model the dynamic relationship between photosynthesis-F-NPQ due to the lack of experimental data covering a wide range of stress conditions (Scientific Limitation 1 - SL1). In addition, fluorescence may be diagnostic for the presence of stress, but F alone should not be expected to be the ultimate answer. Therefore, a strong foundation of ancillary data (e.g., structural-based traits, functional-based traits, and environmental conditions) is needed to provide the full context for such understanding (scientific limitation 2 – SL2). The planned activities will result in a prototype process chain for detecting early water and nitrogen stress.



**Figure 1.** The complex relationship between vegetation fluorescence and photosynthesis, with different light acclimation phases depending on light levels, resulting from variable stress conditions (adapted from Moreno 2021). Data set Cendrero-Mateo 2022 (left) and Cendrero-Mateo 2015 (right).

**References:** Van Wittenberghe, S. et al. (2021) doi: 10.32615/ps.2021.034 | Moreno, J. F. (2021) doi: 10.1109/IGARSS47720.2021.9554239.

**Acknowledgments:** SEGIJENT: GreenCrops (CISEJI/2023/48). ERC-2021-STG: PHOTOFUX (101041768). MCIN|AEI| PID2022-137022OB-C32. AGROALNEXT|2022|056. MCIN|AEI|TED2021-132355B-I00.

## **Determinación de amoníaco en atmósfera con el uso de aplicaciones digitales para *smartphone* con el sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm**

**B. Monforte-Gómez<sup>1\*</sup>, C. Molins-Legua<sup>1</sup> y P. Campíns-Falcó<sup>1</sup>**

1: Grupo MINTOTA, Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de Valencia; Dr. Moliner, 50; 46100 Burjassot, España;

e-mail: belen.monforte@uv.es

**Palabras clave:** Sensor, amoníaco, *smartphone*, *GoSpectro*, *SpectroFree*

**Introducción y objetivo:** La Directiva del Consejo de Europa 2007/43/CE regula el contenido de amoníaco en atmósferas de granjas avícolas en el marco del bienestar animal. Además, su liberación al medio ambiente está descrita como causa de lluvia ácida, actuando como catalizador. La digitalización en el sector en lo referente a su seguimiento y control es una necesidad y en esta dirección se enmarca esta contribución. Se presenta un estudio de la determinación directa de amoníaco a partir de la lectura digital de imágenes de los sensores colorimétricos NH<sub>3</sub>ControlFarm en un *smartphone* a partir de las Apps desarrolladas por el grupo de investigación MINTOTA (Martínez-Aviño et al., 2021) con la capacidad de trasladar la información a las herramientas de control ambiental o de alimentación de las granjas.

**Material y métodos:** Con el uso de estas aplicaciones se consigue la cuantificación de los niveles de amoníaco que se registran con el sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm mediante una metodología que se basa en el cambio colorimétrico de estos sensores en presencia del analito. Por un lado, *GoSpectro* es una aplicación, desarrollada para Android e iOS con licencia de *Alphanov*, que trabaja con el registro de la intensidad de luz y espectros con los que se puede cuantificar directamente la concentración de amoníaco registrada por el sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm mediante un espectrofotómetro miniaturizado de fibra óptica acoplado a un *smartphone*. Por otro lado, *SpectroFree* se trata de una aplicación que trabaja con los valores de coordenada de intensidad de color RGB, R (rojo), G (verde), B (azul), pudiendo obtener de forma directa de la concentración del analito con una simple captura de imagen realizada un *smartphone*. Los datos que se registran a partir de estas dos aplicaciones pueden guardarse y enviarse de una manera sencilla con una conexión de red inalámbrica.

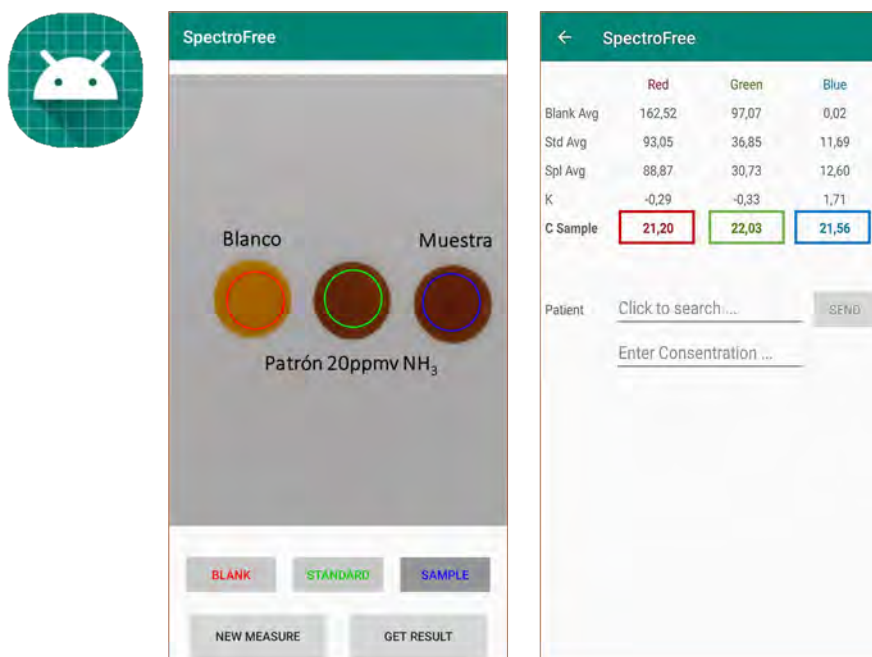


Figura 1. Método de medida con el uso de un *smartphone* con la aplicación *SpectroFree* a partir de las coordenadas de intensidad en los planos de color R (rojo), G (verde) y B (azul).

**Resultados y conclusiones:** Gracias al empleo de estas dos aplicaciones para la estimación de amoníaco en atmósfera con el sensor colorimétrico NH<sub>3</sub>ControlFarm, se obtienen resultados satisfactorios, comparables a los obtenidos con un equipo de laboratorio de reflectancia difusa, consiguiendo una cuantificación de la respuesta directa de la concentración del analito de forma mucho más sencilla. En conclusión, tanto la aplicación *GoSpectro* como *SpectroFree* para *smartphone*, desarrolladas por el grupo de investigación MINTOTA, permiten una estimación de los niveles de amoníaco con el uso del sensor además del almacenamiento y transferencia de las medidas registradas. Todo ello presenta una estimación rápida, ventajosa y manteniendo el respeto con el medio ambiente de los niveles de amoníaco en atmósfera gracias al sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm con el simple uso de dispositivos portátiles como teléfonos móviles para análisis *in situ*.

**Referencias:** Martínez-Aviño, A.; Molins-Legua, C.; Pilar, C.F. Scaling the Analytical Information Given by Several Types of Colorimetric and Spectroscopic Instruments Including Smartphones: Rules for Their Use and Establishing Figures of Merit of Solid Chemosensors. *Anal. Chem.* **2021**, *93*, 6043–6052

**Agradecimientos:** Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y contó con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana: AGROALNEXT 2022/019. Otras ayudas económicas proceden de: proyecto PDC2021-121604-I00 MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTRPDC2021-121604-I00 y PID2021-124554NB-I00 MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FEDER-Una manera de hacer Europa. B.M.-G. expresa su agradecimiento al MCIN su contrato FPI (PRE 2022-10216, proyecto PID2021-124554NB-I00).

# Estudios de confirmación de la respuesta del sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm en atmósferas de granjas

C. Soto<sup>1\*</sup>, R.Herráez-Hernández<sup>1</sup> y P. Campíns-Falcó<sup>1</sup>

1: Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de Valencia  
46100, Burjassot, Valencia, España.  
e-mail: casoso@alumni.uv.es

## Palabras clave

Amoníaco, aminas, Derivatización Miniaturizada, DART-MS, UHPLC-QTOF

## Introducción y objetivos

El amoníaco, puede generar efectos negativos en animales y medio ambiente<sup>1</sup>. Existe legislación europea que establece los valores permitidos (20 ppmv, Council Directive 2007/43/EC). Además, su liberación al medio ambiente esta descrita como causa de lluvia ácida, actuando como catalizador. La mayoría de las técnicas analíticas actuales para medir su contenido en atmósferas de granjas son complejas y con coste elevado, de difícil acceso para los productores de tamaño medio. MINTOTA ha desarrollado y patentado el sensor NH<sub>3</sub>ControlFarm, el cual supone un método sostenible y económico que puede hacer un control de las atmósferas de amoníaco<sup>2</sup>.

El objetivo principal del presente trabajo es realizar un estudio de confirmación de la concentración encontrada en las atmósferas de las granjas muestreadas a través del sensor mediante comparación con las determinaciones basadas en la técnica de Análisis Directo en Tiempo Real (DART) acoplada a MS con detector Q y la UHPLC-QTOF. Para la medida se propone un procedimiento miniaturizado de derivatización basado en cloruro de dansilo para amoníaco, metilamina y dimetilamina. Se han aplicado a los residuos líquidos que producen las atmósferas para la calibración de los sensores NH<sub>3</sub>ControlFarm y a las atmósferas de las granjas.

## Material y métodos

La derivatización de amoníaco y aminas se llevó a cabo con el compuesto derivatizante Cloruro de Dansilo (Dns-Cl) mediante el uso de puntas de micropipeta de 100 µL rellenas con fase estacionaria C18 marca Agilent. Las puntas de micropipeta se acondicionaron con 20 µL de metanol y 20 µL de tampón HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> pH 12, 20 mM. Luego se añade 20 µL de patrón o muestra y 20 µL de Dns-Cl. Esta reacción se lleva a cabo en la fase estacionaria C18 de la punta de micropipeta por 10 minutos. Luego se recoge con acetonitrilo y se coloca directamente en las placas de muestreo del DART-MS para su posterior análisis. Los análisis en DART-MS fueron realizados a 350°C con una velocidad de 0.5 mm/seg. Para el equipo UHPLC-QTOF se utilizó una columna InfinityLab Poroshell 120 EC-C18 2.1 x 50mm 1.9 µm. El flujo del equipo fue de 0.4 mL/min y las fases móviles usadas fueron acetonitrilo 0.1% ácido fórmico y agua 0.1% ácido fórmico. Para el muestreo se recogieron los residuos de las atmósferas usadas en los sensores en viales eppendorf. Para la toma de muestra en atmósfera de granja se emplearon bolsas de muestreo de 2L .

## Resultados y conclusión

Los resultados obtenidos para esta técnica fueron satisfactorios, pudiendo determinar los diferentes analitos de manera directa en el DART-MS sin generar residuos. La derivatización también se ha realizado de manera sostenible con una cantidad mínima de solventes, comprobando las extracciones de una misma punta de micropipeta con C18 hasta obtener los mejores resultados (Figura 1), lo que involucra también un ahorro económico considerable, además de ser un método amigable con el medio ambiente. Los resultados han sido comparables a los obtenidos por UHPLC-QTOF.

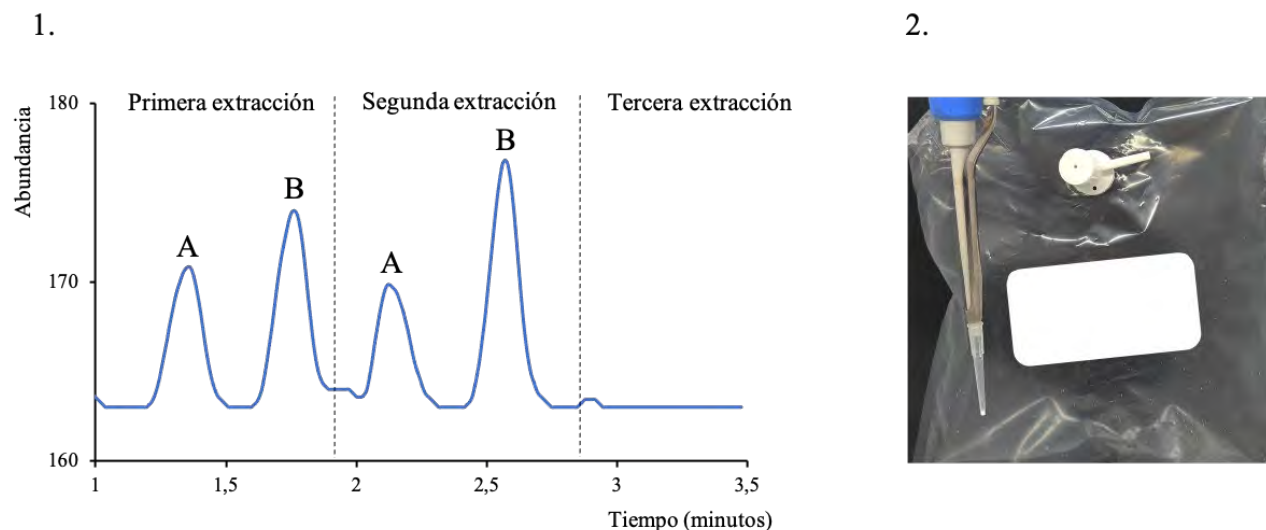


Figura 1. Cromatograma en DART-MS para dos concentraciones A:  $0.5 \mu\text{g mL}^{-1}$  y B:  $1 \mu\text{g mL}^{-1}$  realizando tres recuperaciones en una punta de micropipeta con C18. En la segunda imagen se aprecia la bolsa de muestreo y la punta de micropipeta con C18 utilizada para la derivatización de amoníaco y aminas.

## Referencias

- [1] Ballester-Caudet A., Hakobyan L., Moliner-Martinez Y., Molins-Legua C., Campíns-Falcó P., Ionic-liquid doped polymeric composite as passive colorimetric sensor for meat freshness as a use case, *Talanta*, 223 (2021) 121778, <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121778>.
- [2] P. Campíns-Falcó, Y. Moliner-Martínez, R. Herraiez-Hernández, C. Molins-Legua, J. Verdú-Andrés, N. Jornet-Martínez, Universidad de Valencia. Extended Patent: Passive device for in situ detection and/or determination of ammonia, ammonium and/or amines in gases). Application number: P201600032.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y contó con el apoyo de MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.II) y de la Generalitat Valenciana: AGROALNEXT 2022/019. Otras ayudas económicas proceden de: proyecto PDC2021-121604-I00 MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTRPDC2021-121604-I00. Los autores agradecen a la UE FEDER de España. C.Soto expresa su agradecimiento a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile por la beca predoctoral recibida.



## Un enfoque probabilístico para estudiar el coste-beneficio del riesgo asociado a la presencia de minerales en la miel de cítrico

Eva Doménech<sup>1\*</sup>, Juan Sorribas<sup>1</sup>, Ernesto Simó<sup>2</sup>, Isabel Escriche<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos-FoodUPV, Universitat Politècnica de València,

<sup>2</sup> Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de Valencia

e-mail: evdoan@tal.upv.es

**Palabras clave:** miel, evaluación del riesgo, metales, oligoelementos, macroelementos

### • Introducción y objetivo

La miel es un alimento muy apreciado por sus excelentes propiedades organolépticas y nutricionales, pero la presencia de metales pertenecientes al grupo de los tóxicos puede poner en peligro los beneficios que se obtienen por el consumo de este alimento. Numerosos estudios demuestran que la presencia de metales en los productos de la colmena está estrechamente relacionada con la zona geográfica y, por lo tanto, pueden utilizarse como indicadores de la calidad ambiental. En esta línea, la evaluación del riesgo se presenta como una herramienta eficaz para conocer en qué medida el consumidor está expuesto a un peligro para la salud. El objetivo de este estudio es tener una visión general del riesgo para la salud del consumidor, debido a la presencia de elementos beneficiosos y otros con efectos tóxicos en la miel procedente de campos tradicionales, como paso previo a su comparación con los minerales presente en la miel procedente de campos de transición ecológica.

### • Material y métodos

Se han analizado 25 muestras de miel de cítricos, procedente de campos tradicionales. La concentración de los elementos se obtuvo por Espectrometría de Masas de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS) en el laboratorio de espectrofotometría de la Universidad de Valencia (España). La ingesta (IR) y el peso de adultos y niños se obtuvo de la FoodEx y bibliografía (Domenech et al., 2024). La evaluación del riesgo se obtuvo calculando el cociente de peligrosidad (HQ), el índice de riesgo (HI), el margen de exposición (MOE) combinado con la probabilidad de exceder el valor de referencia (POE) y la probabilidad de cancer (CR), Tabla 1, según la disponibilidad de valores de referencia. La cuantificación del riesgo se realizó con el programa @Risk 8 (Palisade, Newfield). Se utilizó un modelo probabilístico, con el método de Monte Carlo y muestreos de hipercubos latinos con 10 repeticiones de 100.000 iteraciones en cada escenario, para considerar la incertidumbre aleatoria debida a la variabilidad inherente a los datos de entrada.

### • Resultados y conclusión

Las concentraciones mas altas se obtuvieron para K y Ca, seguidas por Na, P, Mg y B, todos ellos con un aporte beneficioso para el ser humano. Con relación a los elementos tóxicos, los valores mas altos se dieron en Ni y Pb, no siendo detectados el As y Cd, por lo que no se consideraron para la evaluación del riesgo, Tabla 1. El consumo y peso, necesarios para calcular la exposición, junto con la concentración, se ajustaron a una distribución, cuyos valores en percentil fueron (5%: 0.0029; 50%: 0.0075; 95%: 0.012) para el consumo en adultos y (5%: 0.004; 50%: 0.01; 99%: 0.018) en niños, más el peso corporal (p.c) en adultos (5%: 53.9; 50%: 63.7; 95%: 83.9) y (5%: 17.4; 50%: 22; 95%: 29,7) en niños, Figura 1. Como se observa, la mayor exposición se produce en Fe, seguido de Cr, Ni y Pb que muestran distribuciones parecidas. La Tabla 1 muestra los valores de referencia y las métricas del riesgo obtenidas. Los valores de HQ y HI, muy por debajo de uno, indican un nivel bajo de preocupación para



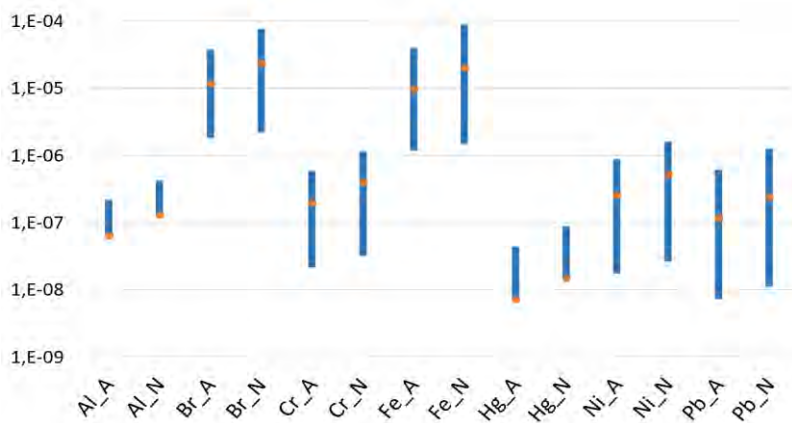


Figura 1. Exposición (mg/peso corporal y día) de los elementos sobre los que se ha estudiado el riesgo. Donde A= adultos y N= niños

los efectos no genotóxicos. En relación a los efectos genotóxicos, los valores de MOE menores de 10000, muestran que el nivel de Pb podría ser preocupante. Sin embargo, un valor de POE igual a cero en todos los casos, indica que el BMDL no se ha superado, y por lo tanto, este metal debería ser considerado de baja preocupación. Por último, con relación a la probabilidad de cáncer, los valores serían aceptables para el Ni y Pb, por ser inferiores a 10E-06.

Tabla 1. Concentración, valores de referencia y métricas utilizadas para evaluar el riesgo

Metales	Concentración (mg/kg)		Valores de referencia (VR)	HQ= EDI*/VR		MOE= BMDL/EDI		CR=EDI*SF	
	Media	Desviación		Adultos	Niños	Adultos	Niños	Adultos	Niños
Al	0,31E-03	0,23 E-03	ADI <sub>Al</sub> =1.4E-01	4,50E-07	9,14E-07				
B	0,66	0,31							
Br	74,52 E-03	46,77 E-03							
Ca	5,10	4,73							
Co	0,20 E-03	0,16 E-03							
Cr	1,27 E-03	0,46 E-03	TDI <sub>Cr</sub> =3E-01	6,38E-07	1,30E-06				
Cu	13,27 E-03	8,56 E-03							
Fe	64,34 E-03	61,45 E-03	ADI <sub>Fe</sub> = 8E-01	1,21E-05	2,49E-05				
Hg	0,05 E-03	0,09 E-03	TWI <sub>Hg</sub> =1.6E-03	3,10E-05	6,31E-05				
I	41,24 E-03	55,09 E-03							
K	37,82	10,31							
Mg	0,82	0,42							
Mn	28,57 E-03	37,69 E-03							
Mo	1,25 E-03	1,41 E-03							
Na	2,07	0,38							
Ni	1,45 E-03	0,82 E-03	TDI <sub>Ni</sub> =1.3E-02 SF <sub>Ni</sub> =1.7	1,95E-05	3,96E-05			4,31E-07	8,76E-07
P	1,70	1,40							
Pb	0,78 E-03	0,74 E-03	BMDL=1.5E-03; 6.3E-04 y 5E-04			3,65E+04; 1,53E+04	7,28E+03	9,85E-10	1,99E-09
S	9,10	6							
Zn	56,56 E-03	65,22 E-03							
				HI=2,94E-03	HI=5,96E-03			CR=8,48E-06	CR=1,72E-05

ADI (Ingesta diaria admisible), TDI (Ingesta diaria tolerable), RfD (Dosis de referencia) y BMDL (Límite inferior de la dosis de referencia) expresados en mg/p.c./día; SF (factor de pendiente expresado en (mg/p.c./día)<sup>-1</sup>; \*EDI (Ingesta diaria estimada), ver figura 1

Los resultados indican que la miel analizada posee elementos minerales esenciales para el correcto funcionamiento del organismo, así como la presencia de algunos elementos que pueden ser tóxicos. Sin embargo, las métricas del riesgo utilizadas nos indican que el riesgo es aceptable en todos los casos, y por lo tanto, el coste beneficio del consumo de la miel es muy positivo, tanto para la población adulta como la infantil.

### • Referencias

Doménech, E., Simó-Alfonso, E. A., Barragán-Huerta, B. E., & Escriche, I. (2024). A probabilistic approach to compare the risk associated with heavy metals and bromine in honey from Dominican Republic, Mexico, Mozambique and Spain. *Food and Chemical Toxicology*, 183, 114306.

### • Agradecimientos

Proyecto AGROMEL-AGROALNEXT/2022/043, “Técnicas analíticas rápidas para evaluar seguridad, adulteración y trazabilidad en productos de la colmena. Aplicación a un cultivo en transición agroecológica”, financiado por la Generalitat Valenciana. Next Generation European Union y Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España.

# CARACTERIZACIÓN DE UNA MALLA FOTOVOLTAICA DE SOMBREO MÓVIL EN UN INVERNADERO

Cámara-Zapata, J.M.<sup>1\*</sup>, Pardo-Pina, S.<sup>1</sup> y Ferrández-Pastor, F.J.<sup>2</sup>

1: Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental. Universidad Miguel Hernández de Elche. Carretera de Beniel, sn, km. 3,2, 03312, Orihuela, Alicante  
e-mail: jm.camara@umh.es

2: Grupo de Investigación de Informática Industrial y Redes de Computadores (I2RC). Universidad de Alicante

**Palabras clave:** eficiencia energética, clima extremo, invernadero semicerrado, sostenibilidad

## Introducción y objetivo

La protección de los cultivos en invernaderos del clima exterior contribuye a la sostenibilidad de la producción vegetal. El sombreado limita la incidencia de la radiación solar sobre los cultivos, reduciendo la evapotranspiración. Todas las mallas de sombreado reducen la radiación fotosintéticamente activa, por lo que las móviles son mejores que las fijas, puesto que se despliegan únicamente cuando es conveniente. A pesar de los efectos adversos sobre la radiación solar, el sombreado incrementa la homogeneidad del clima y mejora la productividad y la calidad de los cultivos [1]. En el contexto actual de elevados costes energéticos y de materias primas, incertidumbre de los mercados y volatilidad de los precios, los agricultores están expuestos a grandes riesgos económicos que comprometen la supervivencia del sector, y con él, el abastecimiento de los mercados. Para mejorar la resiliencia de las empresas de producción agrícola es necesario desarrollar estrategias agronómicas innovadoras que contribuyan a mejorar la sostenibilidad de la producción vegetal. En este trabajo se caracteriza una malla fotovoltaica de sombreado móvil para su empleo en un invernadero.

## Material y métodos

La Unidad de Experimentación Vegetal de la Universidad de Alicante cuenta con un invernadero de cristal de 45 m<sup>2</sup>. El módulo dispone de una malla de 30 m<sup>2</sup> que incluye 15 m<sup>2</sup> de células fotovoltaicas de Cobre-Indio-Galio-Selenio (CIGS), con una potencia nominal de 1,2 kW. Se analiza el comportamiento energético de la malla fotovoltaica y su efecto sobre la cantidad y composición de la luz en el interior del invernadero.

## Resultados y conclusión

La energía solar diaria disponible en el exterior del invernadero tiene un valor medio diario de 6,1±0,2 kW h/m<sup>2</sup> durante el experimento. Sin embargo, el valor medio de la energía solar disponible en el interior del invernadero es 3,0±0,1 kW h/m<sup>2</sup>, lo que representa una reducción del 58 % de la radiación exterior, debido al efecto del material, la inclinación de la cubierta y a otros factores, como el ensuciamiento. La producción diaria media de energía de la malla fotovoltaica es de 2,6±0,4 kW h, lo que indica una eficiencia media de 2,9±0,1 %. Se trata de valores característicos de la tecnología CIGS empleada. En las condiciones del ensayo, la potencia máxima de la malla fotovoltaica es de 25 W/m<sup>2</sup> (Tabla 1). Este valor representa aproximadamente el 30 % del valor nominal de las celdas CIGS instaladas, establecido en 80 W/m<sup>2</sup> según la empresa fabricante.

En función del método de determinación y de las condiciones experimentales, el valor del sombreado de la malla fotovoltaica varía entre el 50 y el 65 %, con valores de la radiación fotosintéticamente activa que apenas

superan los 250 W/m<sup>2</sup> en días de elevada radiación solar. Se trata de un sombreado ligeramente inferior al de otras mallas convencionales frecuentemente empleadas en invernaderos similares. El crecimiento de las plantas se incrementa con la intensidad de la luz hasta el punto de saturación de la fotosíntesis, generalmente mayor de 800 W/m<sup>2</sup>, que varía con el cultivo, su estado de desarrollo y las condiciones ambientales, aunque también influyen otros factores como la disposición en nutrientes y agua [2]. Con los valores estimados del sombreado producido por la malla fotovoltaica es imprescindible limitar el empleo de la malla a las horas centrales del día para compatibilizar la producción de energía fotovoltaica con el desarrollo del cultivo.

Tabla 1. Valores medios de las variables relacionadas con la eficiencia energética de la instalación fotovoltaica a lo largo del experimento.

	Malla fotovoltaica
Energía diaria en el exterior (kW h/m <sup>2</sup> )	6,1±0,2
Energía diaria entre la cubierta del invernadero y la malla (kW h/m <sup>2</sup> )	3,0±0,1
Energía diaria bajo la malla (kW h/m <sup>2</sup> )	0,8±0,1
Energía diaria fotovoltaica de la malla (kW h/m <sup>2</sup> )	0,09±0,01
Eficiencia de la malla fotovoltaica (%)	2,9±0,1
Potencia máxima (W/m <sup>2</sup> células fotovoltaicas)	25

La malla fotovoltaica afecta a la calidad de la luz sobre las plantas de forma que tiende a incrementar la intensidad de la radiación azul, y especialmente la ultravioleta, y a reducir la de las radiaciones roja, roja lejana e infrarroja (Figura 1). La fotomorfogénesis consiste en la utilización de la luz como señal para activar o regular procesos clave relacionados con el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Algunas respuestas, como la germinación y la floración, se deben a la composición de la luz incidente y apenas están influenciadas por su intensidad [2].

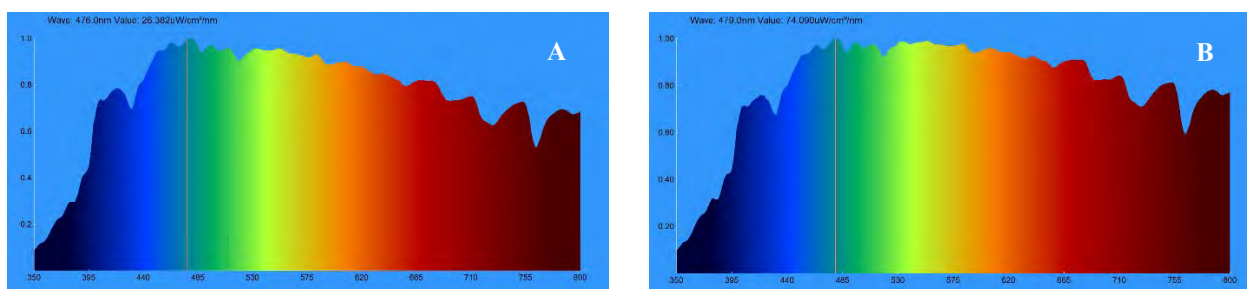


Figura 1. A. Radiación en el interior del invernadero bajo la malla desplegada; B. Radiación en el interior del invernadero con la malla plegada.

En conclusión, la malla fotovoltaica móvil evaluada en un invernadero permite la producción energía en las horas centrales del día, con un sombreado inferior al de mallas convencionales frecuentemente empleadas en áreas cálidas como las del Mediterráneo español. Es imprescindible evaluar el efecto de la malla fotovoltaica sobre el crecimiento, la producción y la calidad de los cultivos para determinar la viabilidad técnico-económica de esta aplicación agrovoltáica y, en su caso, establecer una guía de buenas prácticas en el uso de esta tecnología.

## Referencias

- [1] Al-Helal, I.M.; Abdel-Ghany, A.M. Responses of plastic shading nets to global and diffuse PAR transfer: Optical properties and evaluation. *NJAS -Wageningen Journal of Life Sciences* 57 (2010) 125–132.
- [2] Roslan, N.; Ya'acob, M.E.; Radzi, M.A.M.; Hashimoto, Y.; Jamaludin, D.; Chen, G. Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) greenhouse shading: New insights for solar radiation manipulation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92 (2018) 171–186.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/048) y ha sido apoyado por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana.

## Clasificación del origen botánico de mieles monoflorales a través del perfil proteico empleando análisis discriminante lineal

Isabel Escriche<sup>1\*</sup>, Paola Teresa Ogando-Rivas<sup>1,2</sup>, Ernesto Francisco Simó-Alfonso<sup>3</sup>, Enrique Javier Carrasco-Correa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ingeniería de Alimentos-FoodUPV, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

<sup>2</sup>Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Santo Domingo, Ciudad Universitaria, Santo Domingo, D.N., República Dominicana.

<sup>3</sup>Grupo CLECEM, Departamento de Química Analítica, Universitat de València, C/ Doctor Moliner, 50, 46100, Burjassot, Valencia, España.

\*iescrich@tal.upv.es

**Palabras clave:** Nanopartículas de oro, proteínas, miel monovarietal, cromatografía, análisis discriminante lineal

### • Introducción y objetivo

La clasificación de las mieles según su origen botánico es hoy en día, un proceso básico en la industria apícola por el valor añadido que implica en el mercado. Esta tarea se realiza habitualmente mediante el análisis polínico, basado en la identificación al microscopio óptico de las especies botánicas y cuantificación de los granos de polen presentes en una miel. Es un trabajo tedioso que debe ser realizado por personal cualificado y con mucha experiencia en la morfología y características de cada tipo de polen presente en una muestra de miel. Por este motivo, es necesario el desarrollo de nuevas técnicas que proporcionen metodologías sencillas y de bajo coste que permitan clasificar las mieles, en función de su origen botánico. En este sentido, una alternativa muy interesante es el análisis de las proteínas presentes en la miel, ya que pueden ser una fuente de información sobre su origen, incluso sobre posibles adulteraciones o sobre la variedad de abeja presente en la colmena. Sin embargo, la cantidad de proteínas en la miel es minoritario (*ca.* 0.5%). Por lo tanto, previo a su análisis por técnicas separativas como cromatografía de líquidos es necesario utilizar procedimientos de extracción y preconcentración. Con este fin, los materiales avanzados funcionales han aparecido como una alternativa más que viable en los últimos años, y algunos como las nanopartículas de Au o Ag, presentan fuertes interacciones con las proteínas. Sin embargo, para alcanzar una correcta clasificación de las mieles en función de su origen botánico, es necesario aplicar herramientas estadísticas avanzadas como las metodologías de clasificación de análisis supervisados que permiten extraer información de interés a partir de grandes cantidades de datos. En el presente trabajo, se propone la extracción en fase sólida (SPE) de las proteínas presentes en la miel empleando materiales poliméricos modificados con nanopartículas de Au. Posteriormente las proteínas se analizan mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) y un posterior estudio de clasificación mediante técnicas avanzadas quimiométricas.

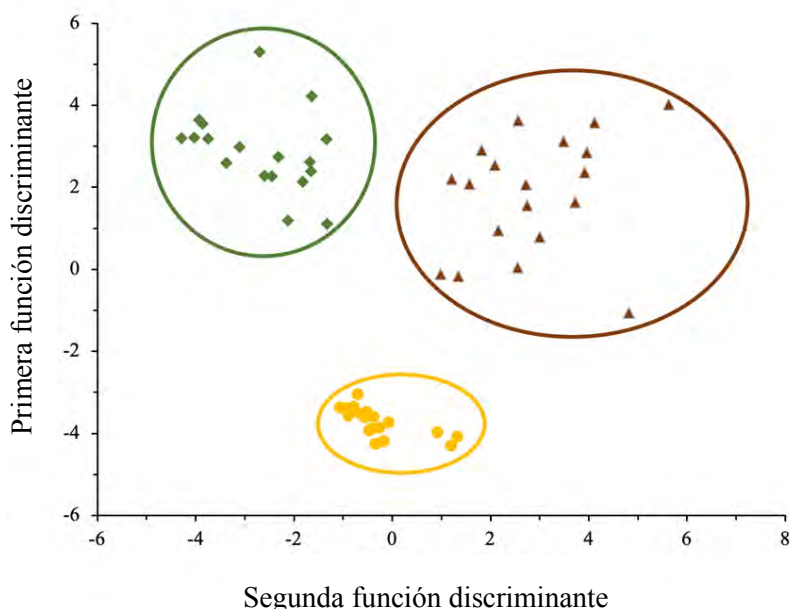
### • Material y métodos

Para llevar a cabo la SPE se empleó un polímero orgánico poroso basado en glicidil metacrilato (GMA) y modificado adecuadamente para anclar en su superficie nanopartículas de Au (AuNPs)<sup>[1]</sup>. El procedimiento de extracción y preconcentración fue el siguiente: (i) preacondicionamiento del cartucho que contiene el material

poroso modificado con 1 mL de acetonitrilo y 1 mL de agua; (ii) carga con 1 mL de miel diluida en una proporción 1:1 en tampón fosfato 10 mM a pH 7; (iii) lavado con tampón fosfato 10mM pH 7 y (iv) elución con 200  $\mu$ L tampón fosfato 10 mM a pH 12. Seguidamente, el pH del eluato se reduce a pH aproximadamente neutro con 200  $\mu$ L de tampón fosfato 100 mM a pH 7. Finalmente, el extracto de la elución se inyecta en HPLC obteniéndose un perfil proteico característico de cada una de las mieles con diferente origen floral garantizado. Se integran todos los picos observados en el cromatograma del perfil proteico de cada muestra de miel y se realiza un análisis discriminante lineal con los datos obtenidos.

### • Resultados y conclusión

En este trabajo, empleando un material funcional avanzado (polímero orgánico poroso basado en GMA modificado con AuNPs) se ha conseguido aislar y preconcentrar las proteínas presentes en 71 mieles de tres orígenes botánicos garantizados (tomillo, breso y castaño). Seguidamente, mediante HPLC se obtuvieron los correspondientes perfiles proteicos y las áreas de los picos observadas normalizadas mediante la suma, se emplearon para la construcción de los modelos predictivos clasificatorios (análisis discriminante lineal, LDA) asociados a la determinación de la variedad botánica de la miel. Los resultados demostraron que el uso del perfil proteico, previa extracción y preconcentración de las proteínas, es un método sencillo, rápido y que no necesita de personal cualificado en medidas polínicas, para predecir la variedad botánica de las mieles estudiadas con un éxito de clasificación del 100%, tanto en el modelo generado con todas las muestras (Fig. 1) como en los modelos de validación cruzada (método *leave-one-out*) usados para demostrar la capacidad predictiva del modelo.



**Fig. 1.** Representación de las 71 muestras de miel usando las dos primeras funciones discriminantes obtenidas con el modelo de clasificación LDA obtenido.

### • Referencias

[1] Vergara-Barberán María, Lema-García María Jesús, Simó-Alfonso Ernesto Francisco, Herrero-Martínez José Manuel, (2016), Revista Analytica Chimica Acta 917, 37-43.

### Agradecimientos:

-Proyecto AGROALNEXT/2022/043 (AGROMEL), financiado por la Unión Europea Next Generation y el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Gobierno de España, con el apoyo de la Generalitat Valenciana.

-Paola T. Ogando-Rivas (doctoranda de la UPV) agradece al Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT) de la República Dominicana por la beca concedida

-Este trabajo también cuenta con el apoyo de los proyectos PID2021-125459OB-I00, PID2020-117686EB-C33 y TED2021-131303B-I00 financiados por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por “FEDER Una forma de hacer Europa”.

# DESARROLLO DE UN MÉTODO DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA POR TRANSFORMADA DE FOURIER PARA LA DETERMINACIÓN DE AMITRAZ EN MIELES

María Fito Pelufo<sup>1</sup>, María Vergara Barberán<sup>2</sup>, Ernesto Simó Alfonso<sup>2</sup>, Isabel Escriche<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos-FoodUPV. Universitat Politècnica de València (España)

<sup>2</sup> Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de Valencia (España)

iescrich@tal.upv.es

**Palabras clave:** Amitraz, extracción en fase sólida, FTIR, miel, pesticidas

## • Introducción y objetivo

La calidad de la miel y de otros derivados de la colmena puede verse afectada por la presencia de residuos de los tratamientos veterinarios. Uno de los más comunes son los acaricidas, especialmente el amitraz, que se emplea para el tratamiento de la varroosis, producida por el ácaro *Varroa destructor*, siendo una de las principales causas de muerte de las abejas. La miel puede contener residuos de este pesticida, pudiendo causar efectos adversos en el consumidor. Por ello, la concentración de amitraz en miel está regulada y debe ser inferior a 0,2 mg/kg ( $2 \cdot 10^{-5}$  %) (Reglamento (UE) 2017/623). Dada su baja concentración es necesario aplicar metodologías que permitan su detección, como son las técnicas cromatográficas acopladas a detectores UV-vis o MS. En este contexto, la espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) surge como una excelente herramienta de análisis alternativa, ya que permite, en la mayoría de los casos, una identificación y cuantificación rápida de los residuos de pesticidas en la miel, con una baja o nula preparación de muestra.

El objetivo de este trabajo ha sido la puesta a punto de un método de análisis utilizando FTIR para la determinación de amitraz en muestras de miel. Tras optimizar las condiciones experimentales de medida así como la preconcentración de la muestra mediante extracción en fase sólida (SPE), se procedió a analizar muestras de miel fortificadas con amitraz. Se estudiaron las bandas características del amitraz en FTIR y se ajustaron las condiciones experimentales para mejorar su extracción mediante SPE, permitiendo aislarlo del resto de la matriz de la miel y facilitando su posterior concentración para análisis.

## • Material y métodos

### *Reactivos e instrumentación*

Los reactivos empleados en este trabajo son: glicidil metacrilato (GMA), dimetacrilato de etilenglicol (EDMA), azobisisobutironitrilo (AIBN), ciclohexanol 99%, Tritón X-100, y 1-dodecanol de la marca Sigma-Aldrich. Amoníaco 30% (NH<sub>3</sub>), acetonitrilo (ACN) y metanol (MeOH) de PanReac AppliChem. Nanopartículas de oro (AuNPs) y amitraz de Fluka Analytical. Muestras de miel proporcionadas por el Instituto de Ingeniería de Alimentos Food UPV. Los equipos empleados a lo largo de este ensayo son el espectrómetro FTIR Cary 630 de Agilent Technologies y el espectrofotómetro DS-11 Nanodrop de DeNovix.

### *Medida en FTIR*

Se registraron los espectros en las siguientes condiciones: rango análisis desde 1400 hasta 1800 nm, resolución  $2 \text{ cm}^{-1}$  y 144 scans. Se registraron los espectros de amitraz disuelto en diferentes disolventes

(MeOH, ACN, Tritón X-100 y glucosa al 40%, elegida por su similitud con la miel). En todos los casos se analizaron 2  $\mu$ L de la disolución patrón.

#### *Extracción en fase sólida (SPE)*

Como sorbente se preparó un polímero compuesto por: 20% GMA, 5% EDMA, 70% ciclohexanol y 5 % 1-dodecanol. El polímero resultante se funcionalizó con AuNPs de acuerdo con nuestros estudios previos. A continuación, se prepararon cartuchos de SPE utilizando 50 mg del sorbente preparado. Las condiciones óptimas del procedimiento SPE se detallan a continuación: acondicionamiento con 100  $\mu$ L de Tritón X-100 al 40%; etapa de carga con 200  $\mu$ L de una disolución de amitraz al 2,5 % en Tritón X-100 al 40%, lavado con 50  $\mu$ L de Tritón X-100 al 40%, y finalmente, la elución con 100  $\mu$ L de ACN. Todas las fracciones recogidas se analizaron mediante FTIR.

#### • **Resultados y conclusión**

##### *Estudio preliminar*

Tras evaluar varios disolventes para analizar el amitraz, se seleccionaron el Tritón X-100 y el ACN debido a la elevada solubilidad del amitraz en los mismos. También, se estableció el límite de detección instrumental, tomando el área correspondiente a las bandas de absorción características del amitraz (1599 y 1625  $\text{cm}^{-1}$ ). Dicho límite de detección fue de 2,5% de amitraz disuelto en Tritón X-100, mientras que disminuyó hasta 0,25% de amitraz si el disolvente era ACN. Teniendo en cuenta estos límites de detección y los límites legales establecidos, la técnica desarrollada no resulta suficientemente sensible, siendo necesario añadir una etapa de preconcentración mediante SPE.

##### *Optimización condiciones SPE*

Durante las diferentes etapas de SPE, todas las fracciones recogidas fueron analizadas mediante FTIR, empleando el área de las bandas de absorción para poder determinar el contenido de éste, y así evaluar la retención y recuperación del amitraz. Tras optimizar las condiciones de las etapas de carga y elución; se seleccionó el Tritón X-100 y el ACN como los disolventes de carga y elución, respectivamente, ya que presentaron los resultados más favorables además de una elevada compatibilidad con el tipo de muestra a analizar. Además, se evaluó el factor de preconcentración y el efecto matriz en muestras de miel. Como perspectiva futura, se plantea el análisis de los compuestos de degradación del amitraz en diferentes mieles con el método desarrollado que consiste una etapa previa de preconcentración mediante SPE seguido del análisis FTIR.

#### • **Agradecimientos**

-Proyecto AGROMEL-AGROALNEXT/2022/043, “Técnicas analíticas rápidas para evaluar seguridad, adulteración y trazabilidad en productos de la colmena. Aplicación a un cultivo en transición agroecológica”, Generalitat Valenciana. Next Generation European Union y PERTE de España.

-Además, este trabajo cuenta con el apoyo del proyecto PID2021-125459OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por “FEDER Una forma de hacer Europa”.

# MODELADO DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO CON DISTRIBUCIÓN DE AIRE EN UN INVERNADERO CON CULTIVO DE CÁÑAMO (*Cannabis sativa*)

Cámara-Zapata, J.M.<sup>1\*</sup>, Pardo-Pina, S.<sup>1</sup> y Ferrández-Pastor, F.J.<sup>2</sup>

1: Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental. Universidad Miguel Hernández de Elche. Carretera de Beniel, sn, km. 3,2, 03312, Orihuela, Alicante

e-mail: jm.camara@umh.es

2: Grupo de Investigación de Informática Industrial y Redes de Computadores (I2RC). Universidad de Alicante

**Palabras clave:** eficiencia energética, clima extremo, invernadero semicerrado, sostenibilidad

## Introducción y objetivo

La producción de cultivos de elevado valor añadido, como el cáñamo (*Cannabis sativa*), requiere cultivar en invernadero para conseguir un adecuado control del clima y la fertirrigación. El incremento de las temperaturas exige el empleo de actuadores climáticos para refrigeración con el fin de garantizar la producción agrícola. Entre los actuadores climáticos para refrigeración, destacan ventilación, sombreado y enfriamiento evaporativo, ya sea con panel evaporativo o mediante nebulización. En climas cálidos y secos, el enfriamiento evaporativo es muy eficiente y si se combina con sistemas de conducción del aire en el interior del invernadero, proporciona una distribución de temperaturas homogénea. Este tipo de sistemas de refrigeración es compatible con los invernaderos semicerrados, que limitan los intercambios de materia y energía, para reducir el consumo de recursos, especialmente, agua y energía, y proporcionan un elevado control del clima y la fertirrigación gracias a un gran equipamiento tecnológico. En este trabajo se modela el funcionamiento de un panel evaporativo con distribución de aire en un invernadero con cultivo de cáñamo con el fin de predecir su comportamiento y poder evaluar el efecto de estrategias de optimización del uso del agua y la energía.

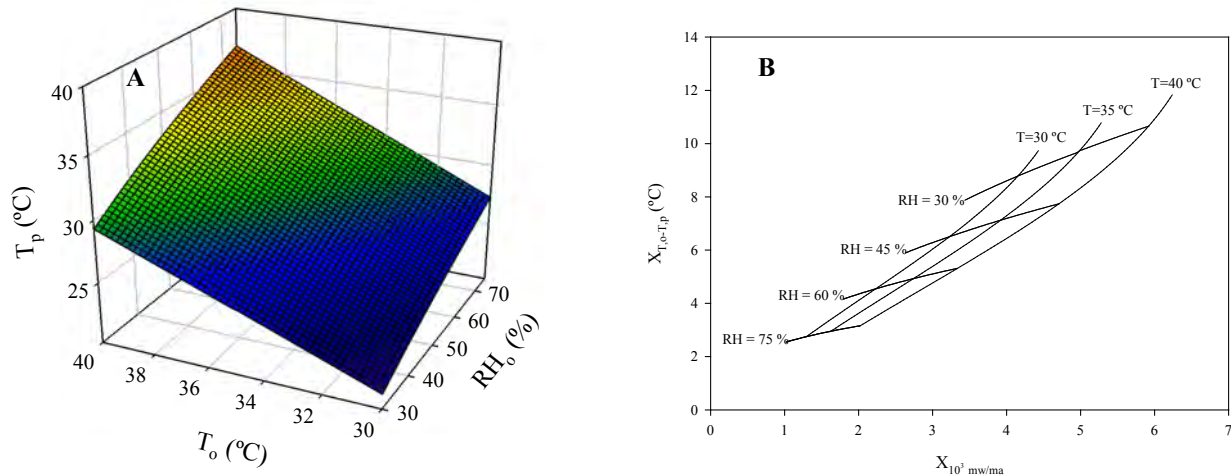
## Material y métodos

El invernadero se encuentra en la finca experimental del CEBAS-CSIC situada en Santomera, Murcia, con coordenadas 38° 6' 26" N y 1° 2' 7" W. Tiene una superficie de 300 m<sup>2</sup> (12 x 25 m), es de polietileno tricapa de 800 galgas de espesor, con una altura de la cumbrera de 7,5 m y del canal de 5,0 m. El invernadero está orientado de norte a sur. Dispone de un panel evaporativo de celulosa corrugada de 10,5 m<sup>2</sup> de área y 0,1 m de espesor (Celdek Munters, Suecia) instalado en su cara norte. Entre el panel y el interior del invernadero hay una cámara de acondicionamiento del aire, de 1,0 m de anchura, en la que se encuentran instalados seis ventiladores de 6.580 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario, con una potencia unitaria de 740 W, rendimiento de 45,1 % y diámetro de 0,63 m, que introducen el aire en el invernadero a través del panel evaporativo. Cada ventilador dirige el aire enfriado hacia el interior del invernadero por medio de una tubería inflable de plástico perforado de diámetro 60 cm. La separación entre líneas de cultivo es de 1,6 m. Además, hay ventilación lateral y malla de sombreado móvil. En el interior del invernadero se registran los valores de la temperatura y la humedad relativa ambientales, así como de la radiación solar. En el exterior se determinan los valores de la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento, la radiación solar y la precipitación.

## Resultados y conclusión



La consigna de la velocidad del aire a su paso por el panel se fija en 0,5 m/s, resultando un caudal unitario de 6,350 m<sup>3</sup>/h y una pérdida de carga estática de 180 Pa. Estos valores indican que los ventiladores seleccionados tienen un punto óptimo de funcionamiento apropiado. La determinación de la velocidad del aire a su paso por el panel es de 0,54 m/s cuando la temperatura en el exterior es de 35°C y la humedad relativa del 45%. La velocidad del aire en la salida del ventilador hacia el conducto es de 5,90 m/s. El valor de la temperatura del aire a su paso por el panel evaporativo,  $T_p$ , varía en función de la temperatura y la humedad relativa en el exterior,  $T_o$  y  $RH_o$ , respectivamente, como se muestra en la Figura 1A. Así, cuando el valor de la  $T_o$  varía entre 30 y 40 °C y la  $RH_o$  varía entre 30 y 75 %, el enfriamiento evaporativo del aire a su paso por el panel,  $T_o - T_p$ , varía desde 11 °C (cuando  $T_o = 40$  °C;  $RH_o = 30$  %) hasta 3 °C (cuando  $T_o = 30$  °C;  $RH_o = 75$  %).



En la Figura 1B se representa la relación entre el valor del enfriamiento evaporativo ( $X_{T_o-T_p}$ ) y el consumo unitario de agua en el panel ( $X_{10^3 \text{ mw/ma}}$ ) para diferentes valores de la temperatura y la humedad relativa del aire exterior ( $RH$  y  $T$ ). Cuando el aire exterior que se trata en el panel evaporativo es seco ( $RH = 30$  %) el consumo de agua y el enfriamiento evaporativo son mayores y aumentan con la temperatura del aire  $T$ . Sin embargo, cuando el aire exterior a tratar en el panel evaporativo es húmedo ( $RH = 75$  %), el consumo de agua y el enfriamiento evaporativo disminuyen. La temperatura del aire tratado en el panel y la del aire en el interior del invernadero aumentan con la temperatura y la humedad inicial del aire. Por tanto, los valores consignados de la temperatura en el interior del invernadero pueden resultar comprometidos en función del estado del clima en el exterior. La reducción de la frecuencia de la energía eléctrica mediante un variador de frecuencia puede contribuir a un ahorro de energía sin afectar los valores de la temperatura en el interior del invernadero [2]. Sería conveniente evaluar otras estrategias, como por ejemplo, el empleo de conductos flexibles perforados de sección variable para evaluar la reducción de las pérdidas de carga. Es necesario continuar analizando este tipo de sistemas de refrigeración de invernaderos que contribuyen a adaptar los cultivos a los efectos del cambio climático.

## Referencias

- [1] Ghoulam, M., El Moueddeb, K., Nehdi, E., Boukhanouf, R., Calautit, J.K. 2019. Greenhouse design and cooling technologies for sustainable food cultivation in hot climates: Review of current practice and future status. *Biosyst. Eng.* 183, 121-150.
- [2] Dannehl, D.; Josuttis, M.; Ulrichs, C.; Schmidt, U. The potential of a confined closed greenhouse in terms of sustainable production, crop growth, yield and valuable plant compounds of tomatoes. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 2014, 87, 210–219.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/048) y ha sido apoyado por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana.

# RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL CÁÑAMO (*Cannabis sativa*, L.) A UNA ESTRATEGIA DE RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO

Cámara-Zapata, J.M.<sup>1\*</sup>, Pardo-Pina, S.<sup>1</sup>, Carvajal, M.<sup>2</sup>

1: Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental. Universidad Miguel Hernández de Elche. Carretera de Beniel, sn, km. 3,2, 03312, Orihuela, Alicante

e-mail: jm.camara@umh.es

2: Grupo de Investigación de Informática Industrial y Redes de Computadores (I2RC). Universidad de Alicante

**Palabras clave:** transpiración, asimilación de CO<sub>2</sub>, conductancia estomática, conductancia hidráulica

## Introducción y objetivo

El cáñamo (*Cannabis sativa*, L.) es una planta muy interesante, tanto por sus aplicaciones tradicionales, como producción de textiles, pintura, prendas de vestir, usos medicinales, alimentación humana y para animales, acondicionamiento para ganado, etc., como por otras nuevas muy interesantes, como obtención de agentes farmacéuticos, suplementos nutricionales, bebidas, productos nutraceuticos, cosméticos, pinturas, tintas de impresión, detergentes, solventes, plásticos biodegradables, materiales de aislamiento, muebles, compuestos equipamiento de vehiculos de motor, joyería y moda, biocombustibles, bioplaguicidas, nanotecnología, biotecnología, etc. El ciclo de vida de esta planta se divide en una etapa vegetativa y una etapa de floración. La primera se caracteriza por un crecimiento acelerado, un aumento de la biomasa y, frecuentemente, un mayor requerimiento de nutrientes y agua. La acumulación de cannabinoides se produce principalmente en la etapa de floración, pero al ser metabolitos secundarios, su concentración puede variar dependiendo de las condiciones fisiológicas de la planta. En este trabajo se evalúa la respuesta fisiológica del cáñamo a una estrategia de riego deficitario controlado.

## Material y métodos

Semillas de cáñamo (*Cannabis sativa*, L. var. Tiborszallasi) fueron germinadas en vermiculita en oscuridad a 28 °C durante 5 días. Posteriormente se trasplantaron individualmente en macetas con 50 % de vermiculita y 50 % de perlita como sustrato y se situaron en una cámara de crecimiento con humedad relativa entre 70 y 85 % temperatura entre 35 y 30 °C, 485 ppm de CO<sub>2</sub> y una radiación fotosintéticamente activa de 400±50 µmol/m<sup>2</sup> s con un fotoperiodo de 18 h/6 h (día/noche). Las plantas fueron irrigadas con una solución nutritiva de Hoagland. El riego se realizó con una frecuencia de dos veces por semana y 0,3 L por maceta durante el primer mes y 0,5 L durante el segundo mes. El tratamiento deficitario consistió en reducir la dosis un 50 %. El diseño experimental fue completamente al azar con 5 plantas de cada uno de los dos tratamientos. A los 60 días de desarrollo, el fotoperiodo cambió a 12 h/ 12 h, la humedad relativa a 60-75 %, la temperatura a 22-25 °C, y la concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se redujo de 15 mM a 9 mM.

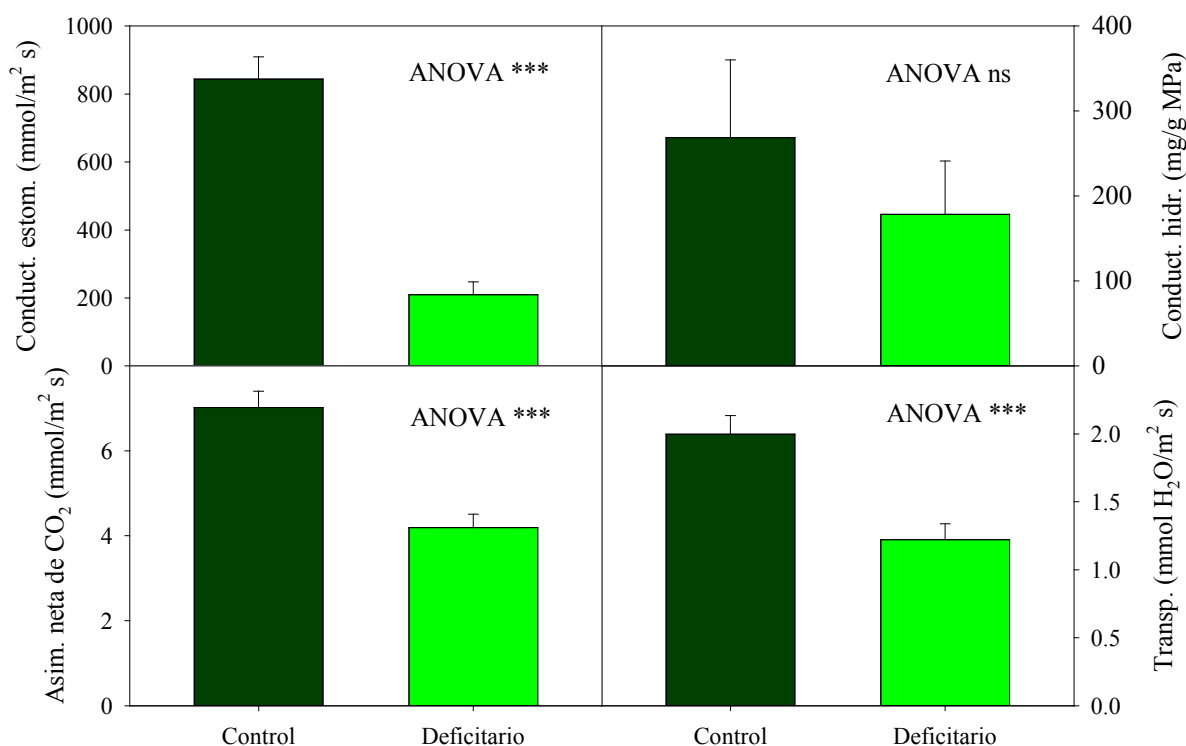
## Resultados y conclusión

El tratamiento de riego deficitario controlado tiende a reducir la producción de biomasa de las plantas, tanto en su parte radicular como sobre todo en su parte aérea. Las plantas en situación de déficit hídrico se ajustan y presentan un valor del contenido hídrico relativo similar a las plantas control (Tabla 1).

Tabla 1. Valores medios de la biomasa fresca y seca en la parte aérea (BFA y BSA, g, respectivamente) y en la raíz (BFR y BSR, g, respectivamente) y del contenido hídrico relativo (CHR, %) de las plantas de cáñamo (*Cannabis sativa*, L.) con riego a la dosis requerida y con déficit hídrico del 50 %.

	BFA (g)	BSA (g)	BFR (g)	BSR (g)	CHR (%)
Control	21,9±6,0	3,4±0,8	12,3±3,5	0,8±0,2	56±6
Riego deficitario	13,3±1,4	2,6±0,2	8,2±2,3	0,7±0,1	55±5
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns

El riego deficitario controlado provoca un descenso altamente significativo en los valores de los principales indicadores fisiológicos. Así, el valor de la conductancia estomática se reduce en un 75 %. Por su parte, tanto la transpiración como la actividad fotosintética disminuyen en un 40 %. El valor de la conductancia hidráulica tiende a disminuir con el riego deficitario controlado. Sin embargo, el flujo apoplástico aumenta de forma altamente significativa en las plantas con déficit hídrico controlado (Figura 1). Estos resultados coinciden con los encontrados en condiciones similares [2] y pueden influir en la acumulación de metabolitos secundarios, como los cannabinoides, en la etapa de floración.



## Referencias

- [1] Adesina I., Bhowmik A., Sharma H., Shahbazi A. A review on the current state of knowledge of growing conditions, agronomic soil health practices and utilities of hemp in the United States. 2020. *Agric* 10:129.
- [2] Ortiz-Delvasto N., Garcia-Gomez P., Carvajal M., Bárzana G. Aquaporins-mediated water availability in substrates for cannabis cultivation in relation to CBD yield. 2024. *Plant Soil* 495, 469–485.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/048) y ha sido apoyado por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y de la Generalitat Valenciana.

# UN NUEVO INMUNOENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE OCRATOXINA A EN MUESTRAS DE ALIMENTOS

J.V. Gimeno-Alcañiz<sup>1</sup>, M. Cantero-Gómez<sup>1</sup>, D. López-Puertollano<sup>1</sup>, I. Navarro-Fuertes<sup>2</sup>,  
A. Abad-Somovilla<sup>2</sup>, L. González-Candelas<sup>1</sup>, A.-R. Ballester<sup>1</sup>, A. Abad-Fuentes<sup>1</sup>,  
J.V. Mercader<sup>1,\*</sup>

1: Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC), Av. Agustí Escardino 7, Paterna 46980, València

2: Universitat de València, Dr. Moliner 50, Burjassot 46100, València  
e-mail: jvmrcader@iata.csic.es

**Palabras clave:** Micotoxinas, Métodos rápidos, ELISA, Uvas Pasas, Cereales

## Introducción

La ocratoxina A (OTA) es un metabolito secundario producido por varias especies de *Aspergillus* y *Penicillium*, que se puede encontrar en una amplia variedad de alimentos, incluidos los cereales y los productos derivados de la uva. La OTA es un potente carcinógeno para los roedores y es clasificado en el grupo 2B (posible carcinógeno humano) por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. Para proteger a los consumidores de las micotoxinas, la Comisión Europea estableció límites regulatorios para los niveles de OTA en varios alimentos, siendo el límite tolerable en cereales y pasas de 5 y 10 µg/L, respectivamente.<sup>1</sup>

Entre las diferentes técnicas analíticas empleadas hoy en día para la detección de OTA, el ensayo de inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA) es uno de los métodos más populares por su sencillez, rapidez y alto rendimiento. Hasta ahora se han publicado muchos inmunoensayos para OTA, pero en todos ellos los conjugados de inmunización y ensayo empleados se obtuvieron utilizando el grupo carboxílico de la micotoxina para acoplarse a la proteína transportadora. El objetivo del presente estudio, fue la evaluación de una colección de anticuerpos monoclonales de ratón generada en nuestro laboratorio con diferentes propiedades de unión a ligando, y cuatro conjugados de haptenos de OTA con diferentes sitios de unión del brazo espaciador,<sup>2</sup> y a continuación desarrollar y validar un nuevo ELISA competitivo en el formato directo de anticuerpo inmovilizado para el análisis de OTA en diferentes alimentos relevantes para esta micotoxina.

## Materiales y Métodos

*Procedimiento ELISA competitivo directo.* Brevemente, el anticuerpo se inmovilizó en la placa de microtitulación mediante adsorción pasiva. Para ello, se agregaron 100 µL por pocillo de una disolución de anticuerpo en tampón carbonato 50 mM, pH 9.6, y se incubó durante la noche a 4 °C. Los pocillos se lavaron cuatro veces después de cada paso de incubación con una solución de NaCl 150 mM que contenía 0.05% de Tween 20. La reacción competitiva se llevó a cabo mezclando 50 µL del estándar del analítico en tampón fosfato 75 mM, pH 7.4, o de disolución conteniendo la muestra, con 50 µL de la disolución de trazador enzimático en tampón fosfato 75 mM, pH 7.4, que contiene 0.05% de Tween 20, e incubación a temperatura ambiente durante 1 h. La actividad peroxidasa retenida se reveló con 100 µL por pocillo de solución de TMB y la reacción se detuvo añadiendo 100 µL por pocillo de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M después de 10 min a temperatura ambiente. La absorbancia se leyó a 450 nm.

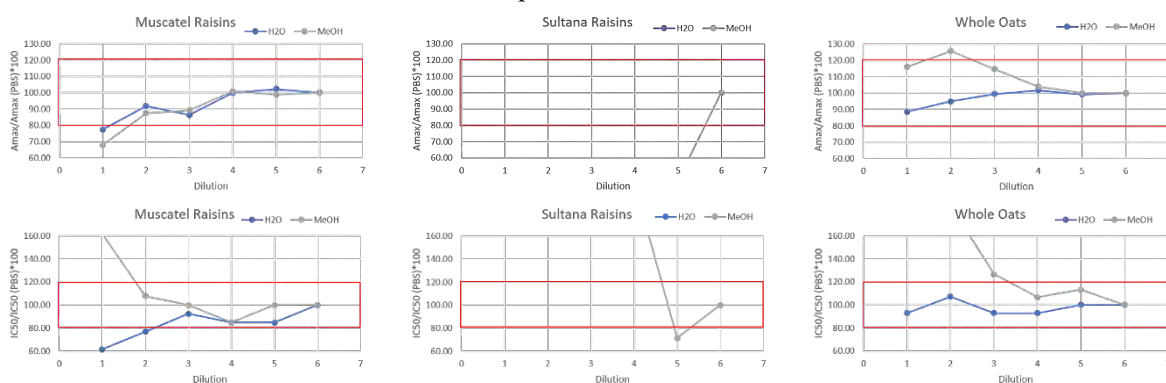
*Preparación de la muestra.* Para evaluar los efectos de la matriz, se extrajeron 6 g de muestra de alimento con 30 mL de agua desionizada o metanol al 70% (v/v), y los extractos se diluyeron en tampón fosfato 75 mM, pH 7.4. Las muestras se adquirieron en supermercados locales. Las pasas moscatel y sultanas se homogeneizaron con una batidora. Para el análisis de cereales se utilizaron harinas comerciales

de cereales integrales procedentes de agricultura ecológica.

## Resultados y Conclusión

Se evaluaron catorce anticuerpos monoclonales (mAb) mediante ELISA competitivo directo utilizando conjugados trazadores homólogos y heterólogos. De este estudio se seleccionó el anticuerpo OTA#223 combinado con el trazador enzimático heterólogo del hapteno OTAb para el desarrollo del inmunoensayo. En primer lugar, se estudió la influencia del pH, la fuerza iónica y la concentración de metanol sobre los principales parámetros analíticos de este inmunoensayo. De este estudio se observó que concentraciones de sal mayores o menores no modificaron significativamente los valores de  $A_{max}$  e  $IC_{50}$  del ensayo; sin embargo, valores de pH ácido o básico aumentaron o disminuyeron el valor de  $A_{max}$ , respectivamente, aunque no se observó influencia del pH sobre el valor de  $IC_{50}$ . Finalmente, se observó una ligera variación de los parámetros de la curva estándar cuando se introdujo metanol en la mezcla de reacción competitiva.

A continuación, para evaluar el efecto de matrices alimentarias de cereales y pasas sobre los parámetros analíticos del inmunoensayo, se prepararon extractos de alimentos en agua o metanol al 70%, los cuales se diluyeron con tampón. Estas diluciones se emplearon para construir curvas estándar de OTA. Finalmente se mezclaron con el correspondiente trazador enzimático y se compararon los valores de  $A_{max}$  e  $IC_{50}$  con los obtenidos con el tampón de referencia. En este estudio se observaron efectos matriz bajos o nulos sobre los valores de  $A_{max}$  e  $IC_{50}$  con los extractos acuosos de la mayoría de las muestras de alimentos (pasas moscatel y harinas integrales de trigo sarraceno, avena, maíz y arroz). Generalmente, una dilución 1/5 del extracto fue suficiente para eliminar los efectos de la matriz, particularmente cuando se emplearon extractos acuosos. La Fig. 1 muestra algunos ejemplos. La única excepción fue las pasas sultanas. El extracto de esta muestra de alimento inhibió la reacción inmunoquímica, reduciendo así la señal, incluso cuando la muestra estaba diluida 500 veces. Este resultado probablemente indica la presencia de OTA a niveles elevados en estas pasas.



**Fig 1.** Efecto matriz de pasas moscatel, sultanas y harina de avena integral sobre el valor de  $A_{max}$  e  $IC_{50}$ .

En conclusión, se ha caracterizado un inmunoensayo basado en anticuerpos monoclonales altamente sensible para el análisis de OTA. Este ELISA competitivo directo es muy resistente a los cambios en la fuerza iónica del medio, aunque el pH puede cambiar la señal del ensayo. Por otro lado, el metanol tiene poca influencia sobre el rendimiento del ensayo. Se evaluaron los efectos matriz de una variedad de alimentos relevantes, observando que los extractos acuosos ejercieron menores cambios que los extractos metanólicos sobre los valores de  $A_{max}$  e  $IC_{50}$  del ensayo. Cabe destacar que se encontraron muestras de pasas contaminadas con OTA. Actualmente se están llevando a cabo más estudios para establecer el mejor procedimiento de tratamiento de muestras y cuantificar la OTA en las muestras positivas.

## Referencias

1. EC. Commission Regulation No. 1881/2006. *Off. J. Eur. Union*, **2006**, L 364/5.
2. D. López-Puertollano et al., *Sci. Reports* **2018**, *8*, 9761.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Generalitat Valenciana (Agroalnext/2022/028), MCIN/AEI/<https://doi.org/10.13039/501100011033>, y “European Union NextGenerationEU/PRTR”. También agradecemos la Acreditación como Centro de Excelencia Severo Ochoa CEX2021-001189-S financiada por MCIU/AEI/10.13039/501100011033.

## El efecto de la suplementación de nitrógeno en una fermentación vínica

Lainy Ramírez-Aroca<sup>1</sup>, Romain Minebois<sup>1</sup>, Vicente Ferreira<sup>2</sup>, Amparo Querol<sup>1\*</sup>

1: Departamento de Biotecnología de alimentos, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA – CSIC). Carrer del Catedràtic Agustín Escardino Benlloch, 7, 46980 Paterna, Valencia  
e-mail: aquerol@iata.csic.es

2: Laboratorio de Análisis de Aroma y Enología, Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias (Edificio D), Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza (España)

*Palabras claves: fermentación, nitrógeno, suplementación*

### Introducción y objetivo

La industria vitivinícola ha experimentado una importante revolución en los últimos años, pero sigue enfrentándose a nuevos retos para mejorar la competitividad del sector en distintos aspectos. Entre otros, el control de la calidad del vino a lo largo de todo el proceso de elaboración es una tarea compleja, ya que algunos parámetros son difíciles de monitorizar o no aportan información suficiente sobre la calidad del producto. En este aspecto, el proyecto SENSWINE propone el desarrollo de sensores inteligentes y predictivos para la monitorización rápida de los subproductos fermentativos (por ejemplo, ácidos orgánicos, aromas, etanol), que influyen en la calidad del vino durante la fermentación del mosto de uva, combinando sensores hardware de bajo coste con modelos predictivos del metabolismo de las levaduras. El primer objetivo de ese proyecto es la caracterización fisiológica y metabólica de levaduras de interés industrial mediante fermentaciones a escala de laboratorio y la determinación de factores de calidad utilizando diferente suplementación de nitrógeno.

### Material y métodos

En este trabajo, realizamos un conjunto de fermentaciones imitando la elaboración de vino blanco con tres levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae* (IONYS, QA23, SAUVY) y tres híbridos (Velluto Evolution - *S. cerevisiae* x *S. uvarum*, DP1 y DP4 - *S. cerevisiae* x *S. kudriavzevii*). Se prepara un mosto sintético con 210 g/L glucosa-fructosa, 150 mg/L YAN y se incorporan precursores de tioles (40 ul/L). A 1/3 de la fermentación se realiza dos tipos de suplementación de nitrógeno equivalente a lo que se realiza en la industria o bien en forma orgánica como aminoácidos (40 g/hL) o inorgánica usando NH<sub>4</sub>Cl (30 g/hL). A lo largo de la fermentación, la población celular y los metabolitos extracelulares como glucosa, fructosa, etanol, glicerol, ácidos orgánicos, aminoácidos, ésteres, alcoholes superiores y aromas minoritarios como mercaptanos polifuncionales (tioles), se analizan en siete puntos de muestreo mediante distintas técnicas cromatográficas para evaluar el impacto de la adición de nitrógeno sobre el metabolismo de las levaduras y la calidad global de los vinos. Todas estas variables controladas se utilizan actualmente para formular una primera aproximación de los modelos predictivos a escala de laboratorio, que luego se validarán a escala de planta piloto antes de poder diseñar e integrar el sensor.

## Resultados y conclusión

En general, la adición de nitrógeno inorgánica a un 1/3 de la fermentación redujo el tiempo de fermentación en comparación con el control y la adición de nitrógeno orgánico. Por ende, las cepas IONYS y Velluto Evolution producen más glicerol, mientras que la producción de etanol aumenta entre 0,5 - 1% (v/v) en todas las cepas con cualquier tipo de suplementación.

En cuanto a los tioles, se observan diferencias significativas en todas las levaduras y tipo de suplementación. La levadura IONYS produce niveles máximos de 3-mercaptohexanol y acetato de 3-mercaptohexilo, le siguen DP1 y DP4 en general. La cepa QA23 da un aroma más distinto, ya que tiene niveles bajos de 4-mercapto-4-metil-2-pentanona y niveles medios-altos de acetato de 3-mercaptohexilo y 3-mercaptohexanol. Por último, Velluto Evolution y SAUVY presentan niveles mínimos de tioles.

Como conclusión, la adición de nitrógeno tanto orgánico como inorgánico reduce el tiempo de fermentación respecto al control y mejora la producción de compuestos no volátiles. La fase estacionaria se alcanza antes con la adición de nitrógeno inorgánico, aunque se producen menos aromas fermentativos.

Por otra parte, la suplementación con nitrógeno orgánico (aminoácidos) produce altos niveles de mercaptanos polifuncionales. A pesar de que SAUVY se comercializa como mayor productor de tioles, IONYS y los dos híbridos (DP1 y DP4 - *S. cerevisiae* x *S. kudriavzevii*) desarrollados en el laboratorio, son los mayores productores de tioles.

## Referencias

Pérez D, Denat M, Pérez-Través L, Heras JM, Guillamón JM, Ferreira V, Querol A. Generation of intra- and interspecific *Saccharomyces* hybrids with improved oenological and aromatic properties. *Microb Biotechnol*. 2022 Aug;15(8):2266-2280. doi: 10.1111/1751-7915.14068.

Mateo-Vivaracho L, Zapata J, Cacho J, Ferreira V. Analysis, occurrence, and potential sensory significance of five polyfunctional mercaptans in white wines. *J Agric Food Chem*. 2010 Sep 22;58(18):10184-94. doi: 10.1021/jf101095a.

## Agradecimientos

Este proyecto ha recibido financiación del proyecto PLEC 2021-007827, DTWine, financiado por MCINN/AEI/10.13039/501100011033 y la Unión Europea "NextGenerationEU/PRTR", y del proyecto AGROALNEXT/ 2022/021, SENSWINE, financiado por la Generalitat Valenciana y la Unión Europea "NextGenerationEU/PRTR". Gracias al Gobierno de España, como Centro de Excelencia "Severo Ochoa" (CEX2021-001189-S).

## ***HoneyApp*: Aplicación para el etiquetado, anotación y clasificación de pólenes en imágenes de miel**

**José Miguel Valiente<sup>1</sup>, Juan José Martín<sup>1</sup>, Fernando López<sup>1</sup>, Isabel Escriche<sup>2</sup>, Marisol Juan-Borrás<sup>2</sup>, Ana María Peral, Mario Visquert<sup>2</sup>, Vicente Atienza<sup>2</sup> y Manuel Agustí<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Automática e Informática Industrial, Universitat Politècnica de València (UPV), Spain  
e-mail: jvalient@disca.upv.es

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos-FoodUPV, UPV Valencia, Spain

**Palabras clave:** Aplicación Java, etiquetado y anotación de imagen, clasificación de polen.

### **Introducción**

La clasificación mono floral de la miel mediante análisis polínico (melisopalinológico) es un procedimiento de rutina en el sector apícola, ya que poder atribuir a una miel un origen botánico le proporciona un valor añadido en el mercado. Se trata de un método manual y complejo que requiere de analistas altamente cualificados en la identificación al microscopio óptico de la morfología de los granos de polen de las diferentes especies botánicas, y en su cuantificación. Además, el analista debe dar el resultado en tiempo real (inmediatamente después del conteo), por lo que el componente subjetivo es un factor que podría condicionar el resultado. Por lo tanto, la automatización de la clasificación visual del polen de la miel es de gran ayuda para facilitar esta tarea. El objetivo de este trabajo es mostrar un primer paso hacia esa automatización, consistente en una aplicación de computador para el etiquetado, anotación y, en su caso, clasificación de los pólenes presentes en imágenes de miel. Este trabajo forma parte de la investigación desarrollada en el contexto de los proyectos de investigación AGROMEL(1) y POLENET (2).

### **Material y métodos**

Se utilizaron más de 85 mieles de distinta procedencia geográfica y botánica. Se hizo el extracto del polen y se analizaron al microscopio por el especialista. Se utilizó un microscopio óptico Axio Imager A1 (Carl Zeiss) con platina motorizada XY, cámara AxioCam 305 (color-5 megapíxeles) y software ZEN para adquirir automáticamente las microfotografías. Se hizo una labor intensa de digitalización de imágenes y, para cada miel, se tomaron entre 100 y 150 imágenes color de resolución 2464 x 2056 píxeles. El resultado, hasta el momento, es una colección extensa de más de 9000 imágenes de microscopio de mieles autóctonas.

### **Resultados y conclusión**

Para etiquetar estas imágenes se ha desarrollado una aplicación propia en Java [1], denominada ***HoneyApp***. Esta aplicación permite etiquetar, anotar y clasificar los pólenes presentes en las imágenes de miel anteriores. Además, permite almacenar los resultados en un archivo XML, así como las imágenes de los pólenes para construir un “dataset” que permita el entrenamiento de redes neuronales convolucionales (CNN) para la clasificación. Esta herramienta es la base en la que se sustenta la investigación posterior sobre la automatización del proceso de análisis polínico.

La ***HoneyApp*** consta de una ventana principal que muestra el contenido en imágenes del test de una miel concreta. En esta ventana se visualizan cuatro tipos de contenidos: Polínico – Pólenes – Clasificador y Estadísticas. En la vista inicial – **Vista del Polínico** – se observa la imagen de la miel actualmente seleccionada, sobre la cual el usuario ha realizado el marcado de los pólenes que aparecen, empleando el ratón y los menús contextuales, quedando toda la información registrada en un archivo de datos en XML. Este trabajo se puede detener y retomar en otro momento, sin perder nada de lo marcado anteriormente. La figura 1 muestra el detalle de esta ventana. En una segunda ventana – **Vista de Pólenes** – se recogen las imágenes de todos los pólenes



marcados, así como la información relativa a cada uno de ellos (nombre, número total contado y su porcentaje relativo). A elección del usuario se pueden visualizar sólo las imágenes correspondientes a un mismo tipo de polen. Esta funcionalidad es muy importante para corregir errores de etiquetado.

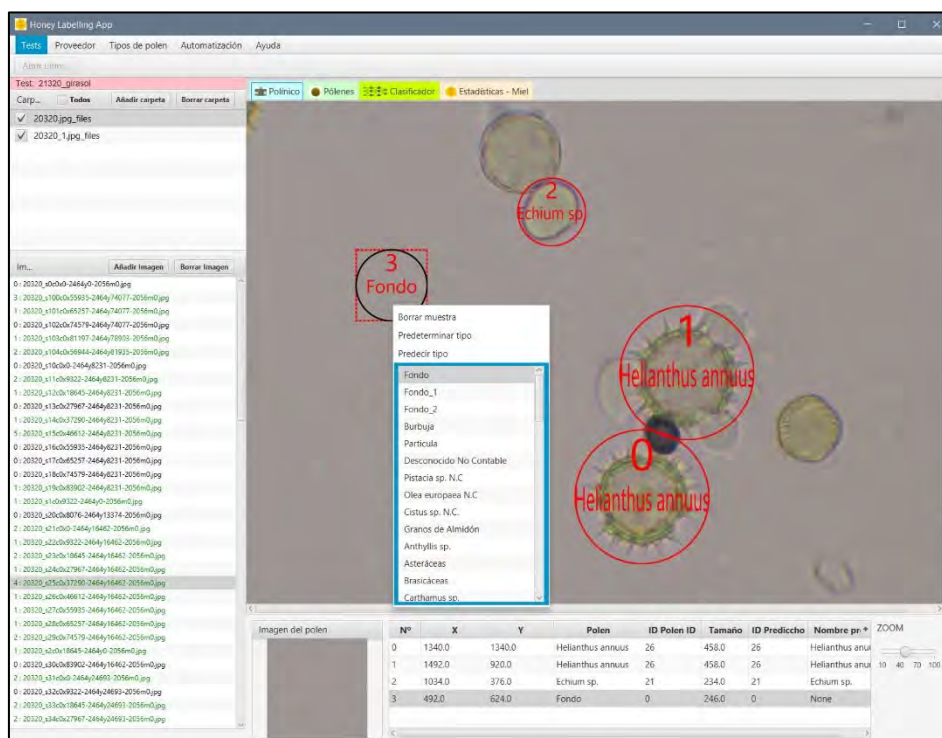


Figura 1.- Vista del Polínico de la aplicación **HoneyApp**. El listado de la izquierda indica la carpeta principal del test (/22080 Azh/ en este caso). Con distintos elementos gráficos se pueden obtener los detalles de marcado.

La tercera ventana – **Vista del Clasificador** – permite activar la clasificación de todas las partículas marcadas mediante una red CNN que el usuario puede escoger. Inicialmente se activa la red InceptionV3. La vista muestra la matriz de confusión obtenida en la predicción. En la cuarta ventana – **Vista de Estadísticas** – se muestra toda la información recopilada hasta ese momento, de forma gráfica. En base a unas reglas de decisión añadidas por el usuario, la herramienta dictamina si la miel es monofloral o no, y de que tipo se trata. Se ha empleado esta herramienta para el etiquetado y marcado de las 85 mieles indicadas anteriormente. Para cada miel se han obtenido los pólenes y partículas que el experto ha marcado (Ground Truth), así como la predicción de la red seleccionada. En total se han obtenido más de 35000 imágenes de polen, pertenecientes a 56 tipos de pólenes/partículas. Este conjunto de datos se emplea en los trabajos subsiguientes para entrenar las redes o para predecir los pólenes en nuevos test.

En definitiva, la herramienta desarrollada **HoneyApp** es útil y cómoda para los expertos, ayudando en la adquisición y etiquetado de las imágenes y permitiendo la realización del polínico de forma ágil. La anotación de toda la información en un archivo XML es crucial para las labores de investigación. De momento, todas las operaciones se realizan de forma semiautomática, pero conforme avancen los estudios, la operativa será completamente automática que es, en definitiva, el propósito final de los proyectos.

## Referencias

[1] Juan-Borras, M., Visquert Fas, M., Escriche, I., Valiente González, J.M., (2022) Herramienta de etiquetado y anotación de imágenes como ayuda en la realización de análisis polínicos. Actas del 10 Congreso nacional de Apicultura. Febrero 2022, 70-71.

## Agradecimientos

(1) Proyecto AGROMEL-AGROALNEXT/2022/043, “Técnicas analíticas rápidas para evaluar seguridad, adulteración y trazabilidad en productos de la colmena. Aplicación a un cultivo en transición agroecológica”, Generalitat Valenciana. Next Generation European Union y PERTE de España

(2) Proyecto POLENET PID2019-106800RB-I00 (2019) del Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN), Agencia Estatal de Investigación MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

# Hacia fermentaciones alcohólicas más sostenibles y automatizadas en enología

Romain Minebois<sup>1</sup>, Lainy Ramírez-Aroca<sup>1</sup>, Artai R. Moimenta<sup>2</sup>, Antonio Aguirre<sup>3</sup>, Eva Balsa-Canto<sup>2</sup>, Amparo Querol<sup>1\*</sup>

1: Systems Biology of Yeasts of Biotechnological Interest, IATA- CSIC, Paterna, España

2: Biosystems and Bioprocess Engineering Group (Bio<sup>2</sup>Eng), IIM-CSIC, Vigo, España

3: INCONEF - Instalación y Control de Energía y Fluidos, S.L., Moreda Araba, España

Autor de correspondencia: aquerol@iata.csic.es

*Palabras claves: automatización, modelos, escala de laboratorio, planta piloto, energía*

## Introducción

De promedio, el consumo eléctrico de una bodega representa el 90% de su factura energética total. Esta demanda eléctrica se debe a la refrigeración necesaria durante las sucesivas etapas de la elaboración del vino de las cuales la fermentación alcohólica es la más intensiva, representando hasta un 45% del gasto<sup>1</sup>. Es debido a que el control adecuado de la temperatura en los tanques de fermentación es crítico para la reproducibilidad y la calidad organoléptica del producto final, y más aún en la producción de vinos blancos y rosados, donde las temperaturas de consigna para la fermentación suelen rondar los 15-18°C para potenciar la producción de aromas. Por lo tanto, la optimización del consumo de luz durante la fermentación alcohólica es un factor determinante de ahorro para la industria vitivinícola. En la actualidad, se han implantado controles de temperatura de regulación de bajo nivel en bodega, pero no existen soluciones más avanzadas, como sistemas de apoyo a la toma de decisiones basados en modelos o controles predictivos de unidades individuales pudiendo optimizar el gasto energético, garantizar la calidad del producto y facilitar el trabajo del enólogo. En este contexto, este trabajo es parte de los proyectos DTwine (<http://dtwine.es/>) y SENSWINE, cuyo objetivo es el desarrollo y transferencia al sector vitícola de herramientas automatizadas de control de calidad y sostenibilidad, como el concepto de gemelos digitales<sup>2</sup>, empleando la modelización mecanicista y de datos.

Una clave de bóveda del desarrollo de dichas herramientas es la adquisición de datos para la construcción y calibración del modelo. En este contexto, en este estudio hemos generado un “data set” mediante la caracterización, a escala de laboratorio, del perfil fermentativo de nueve cepas de *Saccharomyces cerevisiae* ampliamente utilizadas en vinificación para la producción de vinos blancos y rosados. En primer lugar, realizamos fermentaciones a temperatura estática habitualmente utilizados en la industria (12 - 18 - 25°C). Como prueba de concepto, también realizamos una fermentación utilizando un gradiente de temperatura, comenzando a 23°C y terminando a 15°C. El objetivo era doble. Primero evaluar la posibilidad de reducir la fase de latencia inicial (utilizando una temperatura más adecuada durante la fase de crecimiento, y reduciendo así el consumo de energía en comparación con la fermentación isotérmica a 12 o 18°C) sin perder calidad organoléptica (gracias a la transición a una temperatura de 15°C, favorable para la síntesis de aromas). Segundo, tener un ejemplo de perturbación (en este caso de temperatura) y comprobar la capacidad predictiva del modelo. En paralelo, diseñamos y montamos una planta piloto con depósitos de 30 litros para probar y poner a punto el modelo a una escala intermedia entre la del laboratorio y de la bodega.

## Materiales y métodos

Un total de 9 levaduras secas activas comerciales fueron empleadas para el ensayo en triplicado.

Empleamos un medio de laboratorio (“mosto sintético”) para la realización de las fermentaciones: se trata de un medio cuya composición promedio de azúcares (210 g/L de glucosa y fructosa), fuentes de nitrógeno (150 mg N/L de nitrógeno asimilable), lípidos, vitaminas y oligoelementos es muy similar a la de un mosto natural. Las cinéticas de fermentación fueron medidas mediante la determinación de la pérdida de peso de los fermentadores. Además, otras 46 variables fueron determinadas gracias a las muestras de sobrenadante recogidas para su análisis mediante cromatografía líquida (determinación de consumo de hexosas, fuentes nitrogenadas y producción de sub compuestos de la fermentación), cromatografía gaseosa (aromas) y contador de células a lo largo de la fermentación.



**Figura 1:** A la izquierda, imagen de la interfaz de control de un depósito. A la derecha, foto de la planta piloto.

## Resultados

A escala de laboratorio, hemos generado un data set de más de 90.000 datos, incluyendo cinética fermentativa, de biomasa, consumo de hexosas, consumo de fuentes de nitrógeno y producción de sub productos de la fermentación. Las primeras pruebas de calibrado efectuadas por el grupo de Bio<sup>2</sup>Eng con estos datos muestran que el modelo es capaz de recuperar la cinética del metabolismo primario de las levaduras, pero existen ciertas incompatibilidades a la hora de predecir algunos metabolitos secundarios (aromas), requiriendo un refinado del modelo. Con la colaboración de la empresa de ingeniería de fluidos INCONEF, hemos diseñado e instalado una escala piloto que consta de 9 depósitos de 30L, cada uno equipado individualmente de un sistema de pesaje, enfriamiento/calor, sonda de oxígeno disuelto y caudalímetro de CO<sub>2</sub> conectado remotamente a un ordenador para su control y para que los datos extraídos pasen a formar parte de una base de datos que se utilizará para generar el modelo digital de todo lo ocurrido en la fermentación (**Figura 1**). Actualmente, estamos realizando una primera comprobación del calibrado utilizando los datos procedentes de las fermentaciones de una de las cepas caracterizadas a escala de laboratorio.

## Conclusión

Este trabajo es parte de un reto multi- e interdisciplinario que plantean los proyecto DTwine y SENSWINE para el desarrollo de herramientas automatizadas de control de calidad y sostenibilidad aplicado a la fermentación de vino. Es una propuesta ambiciosa para modernizar la forma en la que se realiza este proceso.

## Referencias

<sup>1</sup> Mainardis, M., Gubiani, R., 2022. Energy use and management in the winery, Improving Sustainable Viticulture and Winemaking Practices. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85150-3.00014-1>

<sup>2</sup> Verboven, P., Defraeye, T., Datta, A.K., Nicolai, B., 2020. Digital twins of food process operations: the next step for food process models? Curr. Opin. Food Sci. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.002>

## Agradecimientos

Proyecto PLEC2021-007827 financiado por MCIN/AEI /10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR. Proyecto AGROALNEXT/ 2022/021, SENSWINE, financiado por la Generalitat Valenciana y la Unión Europea “NextGenerationEU/PRTR”. Gracias al gobierno español MCIN/AEI al Centro de Acreditación de Excelencia Severo Ochoa (CEX 2021- 001189-S/financiado por MCIN/AEI710.13039/501100011033).

# ULTRASONIDOS SIN CONTACTO PARA LA DETECCIÓN DE FRAGMENTOS ÓSEOS EN PECHUGAS DE POLLO

Gentil A. Collazos-Escobar<sup>1</sup>, Anabella Giacomozzi<sup>1</sup>, José Vicente García Pérez<sup>1</sup>, José M. Prats-Montalbán<sup>2</sup> y José Benedito<sup>1</sup>

1: Grupo de Análisis y Simulación de Procesos Agroalimentarios (ASPA), Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos–FoodUPV, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, Edificio 3F, 46022 Valencia, Spain. e-mail: jjbenedi@tal.upv.es

2: Grupo de Ingeniería Estadística Multivariante (GIEM), Universitat Politècnica de València (UPV), Camí de Vera s/n, Edificio 7A, 46022, Valencia, Spain.

**Palabras clave:** inspección de la calidad, detección no invasiva, ultrasonidos, atenuación, cuerpos extraños.

## Introducción y objetivo

La detección de fragmentos óseos en la industria cárnica representa un desafío persistente. Durante el proceso de deshuesado mecánico, las máquinas industriales separan las pechugas de pollo del esqueleto, lo que puede resultar en la inserción de pequeños fragmentos de hueso en los filetes. Para garantizar la seguridad del consumidor, resulta crucial detectar estos fragmentos de manera no invasiva y continua durante la producción. En ese sentido, los ultrasonidos sin contacto podrían considerarse como una herramienta prometedora para la inspección en tiempo real de la calidad de productos alimentarios, debido a su versatilidad, rapidez y bajo coste.

En este contexto, el objetivo del trabajo fue analizar el potencial de los ultrasonidos sin contacto para la detección no invasiva de la presencia de fragmentos óseos en pechugas de pollo.

## Material y métodos

Se realizaron barridos en la superficie de muestras de pechugas de pollo (50 mm × 50 mm × 15 mm) sin fragmentos óseos mediante un sistema de escaneo ultrasónico automático en 2D, el cual consistió en dos sensores ultrasónicos piezoeléctricos (0.25 MHz) acoplados por aire (sin contacto), que operaban en transmisión-recepción. Posteriormente, se insertaron dos tipos de fragmentos óseos de diferente tamaño (5×3 mm y 10×3 mm) en el centro de las pechugas de pollo, y se obtuvieron sus barridos ultrasónicos por triplicado. Cada barrido consistió en adquirir una señal ultrasónica por cada milímetro de distancia escaneada en la superficie de la muestra, para un total de 60 mm, garantizando que toda la superficie de las muestras fuera analizada. A partir de cada señal ultrasónica, en cada barrido, se calcularon la amplitud e integral en el dominio temporal y se representaron en función de la distancia recorrida. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) simple, para analizar la influencia del tamaño del fragmento óseo en los parámetros de ultrasonidos relacionados con la energía.

## Resultados

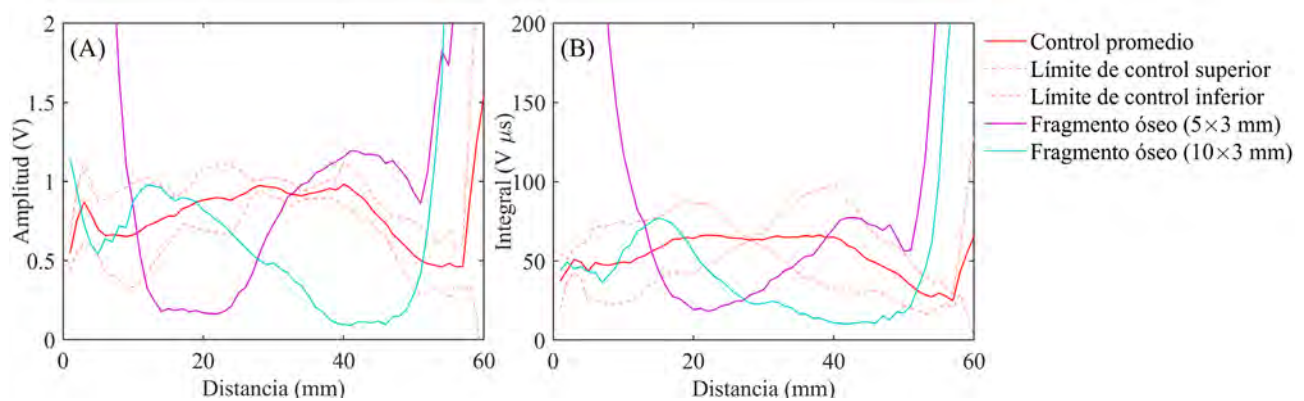
Los resultados mostraron que los fragmentos óseos insertados en las pechugas de pollo modificaron los parámetros ultrasónicos relacionados con la energía (Tabla 1). Adicionalmente, los barridos de amplitud e integral revelaron la presencia de los fragmentos óseos dentro de las pechugas de pollo (Figura 1). Los cambios en la amplitud e integral de la señal de las muestras

que contenían fragmentos óseos, respecto a las control, están directamente relacionados con la atenuación ultrasónica. Según Fariñas et al. (2021), la atenuación de energía de una señal de ultrasonidos depende de los cambios en las propiedades físico-químicas del medio de propagación de la señal. Además, en la detección de un cuerpo extraño, la cantidad de energía reflejada y/o transmitida de una onda de ultrasonidos, depende de la diferencia de impedancia acústica entre el medio y del cuerpo extraño (Cho & Irudayaraj, 2003).

**Tabla 1.** Resultados del ANOVA simple sobre los parámetros ultrasónicos relacionados con la energía

Tipo de muestra	Amplitud (V)	Integral (V $\mu$ s)
Control (sin huesos)	0.90 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	61.60 $\pm$ 11.83 <sup>a</sup>
Fragmentos óseos (5 $\times$ 3 mm)	0.18 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	19.90 $\pm$ 5.43 <sup>b</sup>
Fragmentos óseos (10 $\times$ 3 mm)	0.10 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	10.67 $\pm$ 2.09 <sup>c</sup>

Resultados expresados como media  $\pm$  desviación estandar. Las diferentes letras minúsculas indican diferencias estadísticamente significativas (95%) para cada parámetro ultrasónico relacionado con la energía, en función del tipo de muestra.



**Figura 1.** Barridos de amplitud (A) e integral (B) en pechugas de pollo control y con fragmentos óseos

## Conclusión

La presencia de fragmentos óseos en las pechugas de pollo fue detectada con éxito mediante el uso de los ultrasonidos sin contacto. Por lo tanto, los resultados revelaron el potencial de esta técnica para la implementación de un sistema de inspección rápida y no invasiva de la presencia de fragmentos óseos en pechugas de pollo.

## Referencias

- Cho, B. K., & Irudayaraj, J. M. K. (2003). Foreign object and internal disorder detection in food materials using noncontact ultrasound imaging. *Journal of Food Science*, 68(3), 967–974. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb08272.x>
- Fariñas, L., Contreras, M., Sanchez-Jimenez, V., Benedito, J., & Garcia-Perez, J. V. (2021). Use of air-coupled ultrasound for the non-invasive characterization of the textural properties of pork burger patties. *Journal of Food Engineering*, 297 (December 2020). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110481>

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento por la financiación proporcionada a el proyecto ULTRADIGITAL (AGROALNEXT/2022/045) como parte del programa AGROALNEXT. Este programa cuenta con el apoyo del MCIN, con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1), así como a la Generalitat Valenciana. Adicionalmente, se reconoce la beca doctoral de Gentil A. Collazos-Escobar (PRE2020-092255), la cual fue otorgada a través del Subprograma Estatal de Formación del Plan Estatal de Investigación e Innovación Científica y Técnica 2017-2020, en conjunto con el Fondo Social Europeo.

# AGROALNEXT

 Línea estratégica 4: Economía circular



## POSTERS WP4

## SÍNTESIS DE POLIBUTILEN SUCCINATO A PARTIR DE MONÓMEROS RENOVABLES DERIVADOS DE BIOMASA

Yaiza Flores\*, Marta Pacheco-Romeralo y Sergio Torres-Giner

Instituto de Ingeniería de Alimentos - FoodUPV, Universitat Politècnica de València (UPV), Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (España)  
e-mail: [yflofer@upvnet.upv.es](mailto:yflofer@upvnet.upv.es)

**Palabras clave:** *biopolímeros, bioeconomía, envasado sostenible de alimentos*

### Introducción y objetivo

El polibutilen succinato (PBS) es un poliéster alifático semi-cristalino,  $-\text{[O}-(\text{CH}_2)_m-\text{O}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_n-\text{CO}]_n-$ , cuyo enlace éster es susceptible a la hidrólisis y responsable de su biodegradabilidad. Destacan su buena procesabilidad y propiedades mecánicas, térmicas y de barrera a vapores y gases, similares a las del polietilenterftalato (PET), de alto interés para su empleo en el envasado alimentario.

La síntesis de PBS se lleva a cabo mediante reacción de policondensación a partir de 1,4-butanodiol (1,4-BDO) y ácido succínico (SA). Estos monómeros derivan tradicionalmente de sustancias petroquímicas, sin embargo, se ha demostrado recientemente que también pueden obtenerse a partir de materias primas renovables derivadas de la biomasa. Concretamente, el SA puede obtenerse por vía fermentativa de monosacáridos que provienen de la hidrólisis del almidón, celulosa, hemicelulosa e inulina. Por otra parte, el 1,4-BDO puede sintetizarse mediante un proceso de hidrogenación catalítico empleando el propio SA como materia prima. La polimerización de ambos monómeros da como resultado al biopolímero PBS, un material termoplástico. Éste posteriormente puede procesarse mediante distintas rutas en fundido, como la extrusión o inyección, para dar lugar a artículos con múltiples formas, como por ejemplo films (películas plásticas), siendo biodegradables y totalmente reciclables mediante procesos de reciclaje mecánico (reprocesado) o químico (depolymerización). La Figura 1 muestra, a modo de resumen, el concepto de sostenibilidad basado en un modelo de Bioeconomía Circular.<sup>1</sup>

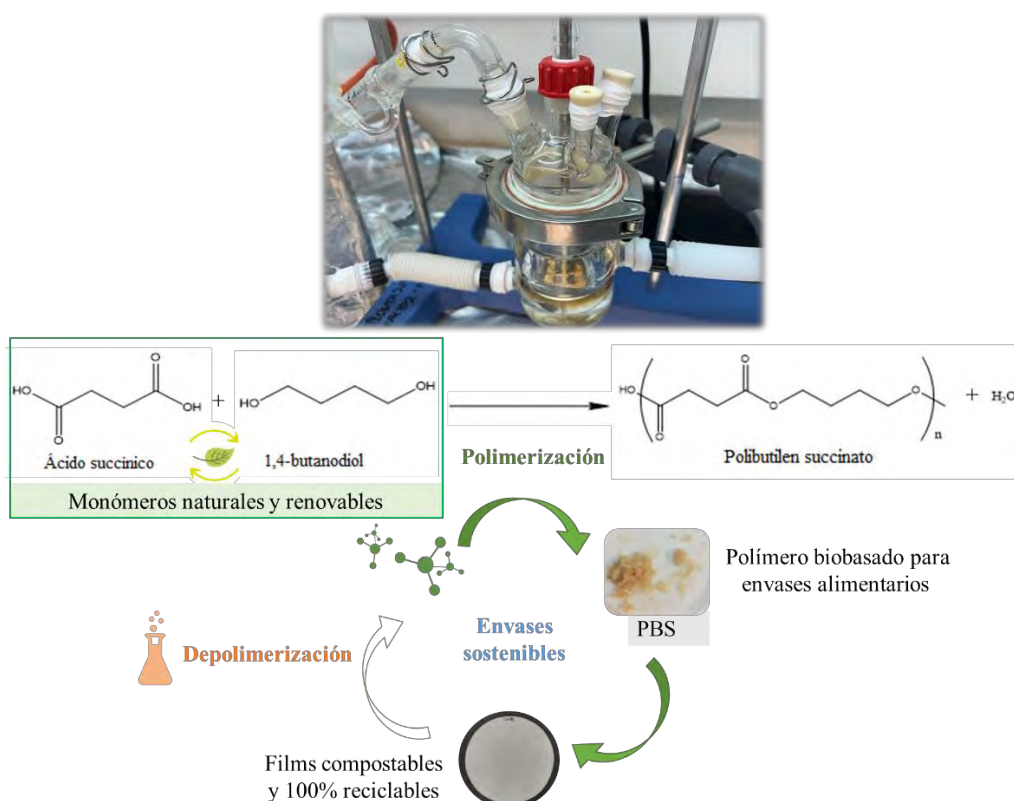


Figura 1. Esquema del concepto de Bioeconomía Circular basado en polibutilen succinato (PBS).

## Material y métodos

El SA renovable, producido a partir de residuos de madera y algas marinas, fue proporcionado por el ICP-CSIC (Madrid, España). El 1,4-BDO se sintetizó por proceso de hidrogenación durante 48 h a 160 °C y 150 bar, empleando un catalizador de paladio sobre soporte de dióxido de zirconio (Pd/ZrO<sub>2</sub>), mediante colaboración con IRCELYON-CNRS (Lyon, Francia). La síntesis del PBS se llevó a cabo en dos etapas en un equipo de polimerización.<sup>2</sup> Durante la primera etapa, denominada esterificación, se produjo la reacción entre el SA y el 1,4-BDO a 180 °C para producir el oligoéster del polibutilen succinato (OBS). En la segunda etapa, se llevó a cabo la transesterificación catalítica (isopropóxido de titanio (IV), TTiP) del oligoéster para obtener el polímero final de PBS, a 230 °C y vacío (<10 mbar).

## Resultados y conclusión

Se determinó el peso molecular del polímero sintetizado, que está directamente relacionado con la longitud de las cadenas. En la Tabla 1 se comparan los valores del peso molecular en número (M<sub>n</sub>) y en masa (M<sub>w</sub>) del polímero sintetizado con los valores del PBS comercial tanto de origen parcialmente renovable como de origen petroquímico.

**Tabla 1.** Caracterización del PBS sintetizado (totalmente biobasado) y PBS comercial (parcialmente biobasado\* y petroquímico\*\*) mediante las técnicas de resonancia magnética nuclear (NMR) y cromatografía de permeación en gel (GPC).

Muestra	Descripción	M <sub>n</sub> (g/mol) (NMR)	M <sub>n</sub> (g/mol) (GPC)	M <sub>w</sub> (g/mol) (GPC)	Đ (GPC)
<b>PBS</b>	PBS sintetizado totalmente biobasado	27.900	53.800	117.650	2,2
<b>Bio-PBS</b>	PBS comercial parcialmente biobasado*	37.300	50.900	140.400	2,8
<b>PBS-petroq.</b>	PBS comercial petroquímico**	22.800	37.600	94.770	2,5

\* BioPBST<sup>™</sup> FZ91 [PM/PB] suministrado por Mitsubishi Chemical Corporation (Tokyo, Japan)

\*\* PBS petroquímico Bionolle<sup>™</sup> 1001 MD suministrado por Resonac (antes Showa Denko)

Tal y como se observa en los resultados de la Tabla 1, el peso molecular del PBS final biobasado obtenido tras la policondensación es del mismo orden que los productos comerciales, en un rango de 10.000-150.000 g/mol y con un índice de polidispersidad (Đ) entre 2 y 3. Por lo tanto, se puede concluir que las características del PBS obtenido en este estudio completamente a partir de fuentes renovables es similar al disponible actualmente en el mercado, suponiendo una mejora en la sostenibilidad y mostrando un gran potencial para el desarrollo de envases biodegradables para la conservación de alimentos.

## Referencias

1. Torres-Giner, S., Chiralt, A. & González-Martínez, C. Circular Bioeconomy: Novel Processes and Materials for Food Preservation. *Foods* 12, 4341 (2023).
2. Hernández-García, E., Pacheco-Romeralo, M., Pascual-Ramírez, L., Vargas, M. & Torres-Giner, S. Synthesis and characterization of polyamide 1010 and evaluation of its cast-extruded films for meat preservation. *Food Packag Shelf Life* 36, (2023).

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por los proyectos RYC2019-027784-I y PID2021-128749OB-C33 de la Agencia Estatal de Investigación.



# Aplicación de hongos filamentosos para la producción sostenible de cócteles enzimáticos a partir de salvado de arroz

Ana M. Yélamos, Samantha López, Zara Sáez, Jose F. Marcos, Paloma Manzanares y  
Sandra Garrigues

Departamento de Biotecnología de Alimentos, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)  
C/ Catedrático Agustín Escardino Benlloch 7, 46980 Paterna, Valencia, España.  
e-mail: sgarrigues@iata.csic.es

**Palabras clave:** hongos filamentosos, enzimas, residuos agroalimentarios, economía circular.

## Introducción y objetivo

Uno de los principales problemas actuales de la sociedad y el medioambiente es la generación de residuos derivados de la actividad humana, lo cual hace necesario un cambio en el actual modelo de producción a uno basado en la denominada economía circular. En este sentido, el aprovechamiento y la revalorización de residuos agroalimentarios despierta un gran interés en la comunidad científica para la obtención de compuestos de alto valor añadido, como enzimas o compuestos bioactivos.

El arroz (*Oryza sativa L.*) es uno de los productos agroalimentarios más consumidos a nivel mundial. Se estima que aprox. el 95% de su producción está destinado a la alimentación humana. Sin embargo, los subproductos derivados de la molienda del arroz, entre los que se encuentra el salvado –rico mayoritariamente en los polisacáridos celulosa y xilano-, carecen de valor comercial, pudiendo convertirse en un grave problema medioambiental.

Los hongos filamentosos ofrecen un gran potencial en aplicaciones biotecnológicas para producir compuestos beneficiosos en sectores como la alimentación, la agricultura y la industria <sup>[1]</sup>. Son ampliamente reconocidos por su habilidad para colonizar prácticamente cualquier entorno y por su capacidad para producir grandes cantidades de metabolitos, compuestos orgánicos, proteínas y enzimas de interés industrial. Además, presentan ventajas por su capacidad para crecer en medios diversos y económicamente viables, incluyendo residuos forestales y agroalimentarios.

El objetivo de este trabajo es la utilización de hongos filamentosos para la producción de cócteles enzimáticos de interés en agroalimentación a partir del salvado de arroz como fuente nutricional.

## Material y métodos

Identificación de hongos: los aislados fúngicos se obtuvieron a partir de salvado que fue incorporado en placas de medio de agar patata dextrosa (PDA) (1 g/placa); o incorporado a caldo de patata dextrosa (PDB) al 10% a una concentración final de 1%. Los aislados se caracterizaron morfológicamente en 4 medios sólidos: PDA, extracto de malta, extracto de levadura, y extracto de levadura de Czapek y molecularmente tras la secuenciación de las regiones ITS,  $\beta$ -tubulina y calmodulina.

Análisis del secretoma: la cantidad de proteínas presente en los sobrenadantes de los hongos tras el crecimiento en medio mínimo salvado (2%) se cuantificó con el método del ácido bicinonínico (BCA). Las actividades celulasa y xilanasas presentes en los sobrenadantes se cuantificaron mediante el método del ácido dinitrosalicílico (DNS) utilizando como sustratos celulosa y xilano, respectivamente. Las actividades específicas  $\alpha$ -D-galactosidasa (AGL),  $\beta$ -D-galactosidasa (LAC),  $\alpha$ -L-arabinofuranosidasa (ABF),  $\alpha$ -D-glucosidasa (AGD),  $\beta$ -D-glucosidasa (BGL) y  $\beta$ -D-xilosidasa (BXL) se determinaron mediante ensayos colorimétricos de paranitrofenol (pNP) <sup>[2]</sup>.

## Resultados y conclusión

Tras la caracterización morfológica y molecular, un total de 16 hongos filamentosos fueron aislados a partir de salvado de arroz: 10 especies del género *Aspergillus* (*A. niger*, *A. niger* var. *phoenicis*, *A. tubingensis*, *A. chevalieri*, *A. tamarii*, *A. flavus*, *A. terreus*, *A. tritici*, *A. amstelodami* y *A. montevidensis*), 5 especies del género *Penicillium* (*P. roseopurpureum*, *P. parvofructum*, *P. capsulatum*, *P. chrysogenum* y *P. italicum*) y una especie del género *Mucor* (*M. circinelloides*). Una vez identificados, se procedió a la caracterización del secretoma durante su crecimiento en medio basado en salvado como fuente de carbono (exceptuando *A. flavus* y *A. tamarii* por su naturaleza micotoxigénica). La cuantificación de proteína total presente en los sobrenadantes de cultivo de las cepas seleccionadas tras 4 días de crecimiento se observa en la Tabla 1. Las especies del género *Penicillium* secretan una cantidad de proteína similar a las del género *Aspergillus*. Cabe destacar que la cepa que más cantidad de proteínas produce es *A. niger* var. *phoenicis*, seguida de *A. terreus* y *P. parvofructum*. Por otro lado, *Mucor circinelloides* presentó un valor muy inferior de proteínas secretadas en comparación al resto.

Tabla 1. Cantidad de proteína total producida por las distintas especies de hongos en medio con salvado de arroz.

Especie	mg/mL*	Especie	mg/mL*
<i>A. montevidensis</i>	0,93 ± 0,01 <sup>b</sup>	<i>A. tubingensis</i>	1,27 ± 0,08 <sup>bcde</sup>
<i>A. niger</i>	1,27 ± 0,09 <sup>bcde</sup>	<i>P. roseopurpureum</i>	1,57 ± 0,73 <sup>de</sup>
<i>A. amstelodami</i>	1,38 ± 0,04 <sup>cde</sup>	<i>P. parvofructum</i>	1,64 ± 0,03 <sup>e</sup>
<i>A. tritici</i>	1,30 ± 0,03 <sup>bcde</sup>	<i>P. capsulatum</i>	0,99 ± 0,06 <sup>b</sup>
<i>A. terreus</i>	1,64 ± 0,08 <sup>c</sup>	<i>P. chrysogenum</i>	1,29 ± 0,01 <sup>bcde</sup>
<i>A. niger</i> var. <i>phoenicis</i>	2,17 ± 0,01 <sup>f</sup>	<i>P. italicum</i>	1,14 ± 0,09 <sup>bcd</sup>
<i>A. chevalieri</i>	1,48 ± 0,11 <sup>de</sup>	<i>M. circinelloides</i>	0,43 ± 0,01 <sup>a</sup>

\*ANOVA, test LSD de Fischer

En general, la actividad celulasa en los sobrenadantes de los hongos testados fue inferior a la actividad xilanasa. La actividad celulasa varió en el rango 103,9-293,4 µg de equivalentes de glucosa/mL. Las dos cepas de *A. niger*, junto con *A. amstelodami* y *P. parvofructum* fueron las que presentaron mayor actividad celulolítica. Por otro lado, los dos hongos que produjeron menor actividad fueron *P. roseopurpureum* y *A. montevidensis*. En cuanto a la actividad xilanasa, ésta varió en el rango 451,4-2410,8 µg de equivalentes de xilosa/mL de sobrenadante. Las dos cepas de *A. niger*, especialmente *A. niger* var. *phoenicis*, fueron las que presentaron mayor actividad xilanolítica, seguidas de *A. terreus* y *A. montevidensis*. Por el contrario, *M. circinelloides* mostró la actividad xilanasa más baja.

Con estos resultados, seleccionamos las 4 especies distintas que producían mayor actividad celulolítica y/o xilanolítica (*A. niger* var. *phoenicis*, *A. amstelodami*, *P. parvofructum* y *A. terreus*) para llevar a cabo el análisis de actividades enzimáticas específicas necesarias para la degradación del salvado: AGL, LAC, ABF, AGD, BGL y BXL. En el caso de la actividad AGL, ésta varió entre 28,4 (*A. amstelodami*) hasta 331,2 nmol pNP/min/mL (*A. terreus*). La actividad LAC varió entre 19,4 (*A. terreus*) hasta 128,6 nmol pNP/min/mL (*A. niger*). En cuanto a la actividad ABF, ésta varió entre 5,9 (*P. parvofructum*) hasta 162,9 nmol pNP/min/mL (*A. niger*). La actividad AGD fue la más baja para todos los aislados, con una variación entre 5,0 (*A. niger*) y 10,4 nmol pNP/min/mL (*A. terreus*). La actividad BGL varió entre 57,7 (*P. parvofructum*) hasta 257,8 nmol pNP/min/mL (*A. niger*). Por último, la actividad BXL varió entre 5,5 (*P. parvofructum*) hasta 139,1 nmol pNP/min/mL (*A. niger*).

En conclusión, el género *Aspergillus*, sobre todo *A. niger phoenicis*, fue el más eficiente en la producción de enzimas celulolíticas y xilanolíticas. Diseñaremos consorcios microbianos que crezcan de forma sinérgica en medios basados en salvado para aumentar la capacidad de degradación del mismo y la producción de nuevos cócteles enzimáticos distintos a los obtenidos por cada hongo de forma aislada.

## Referencias

- [1] Mäkelä et al., 2014. In *Fungal Genomics*. M. Nowrousian (ed) Berlin, Heidelberg: Springer, 175–208  
[2] Kun et al., 2020. *Enzyme and Microbial Technology* 136, 109508.

## Agradecimientos

Programa AGROALNEXT (AGROALNEXT/2022/035) apoyado por el MICIN con fondos de la Unión Europea NEXTGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.

# COMPARATIVA DEL COMPOSTAJE DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES DE LA GRANADA DURANTE SU VALORIZACIÓN SECUENCIAL

**Rocío Marí-Escrivà,<sup>1</sup> Pilar Jiménez,<sup>1,2</sup> Teresa Lana-Villareal,<sup>1,2</sup> Manuel Rodríguez-Pastor,<sup>3</sup> Frutos C. Marhuenda,<sup>1,4</sup> Roberto Gómez,<sup>1,2</sup> Néstor Guijarro,<sup>2</sup> Pedro Bonete<sup>1,2</sup>**

- 1: Departamento de Química Física, Universidad de Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, CP-03690- San Vicente del Raspeig (Alicante), Spain  
e-mail: pedro.bonete@ua.es
- 2: Instituto Universitario de Electroquímica, Universidad de Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, CP-03690- San Vicente del Raspeig (Alicante), Spain
- 3: Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, CP-03690- San Vicente del Raspeig (Alicante), Spain
- 4: Departamento de Agroquímica y Bioquímica, Universidad de Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, CP-03690- San Vicente del Raspeig (Alicante), Spain

## Palabras Clave

granada, compostaje, escala laboratorio

## Introducción y objetivo

La granada (*Punica granatum* L.) se cultiva desde hace miles de años y es conocida como una de las frutas más saludables debido a su alta actividad antioxidante, mayoritariamente debido a su alto contenido de polifenoles. La provincia de Alicante concentra el 80% de la producción nacional y su procesado genera una gran cantidad de residuos vegetales ya que la piel representa aproximadamente el 50% de su peso. La elevada cantidad de taninos, limonina y otros aceites esenciales presentes en la piel hace que el residuo de piel de granada (RPG) no sea apto para su empleo directo como alimento del ganado. Además, los estudios realizados sobre su uso como biofertilizante sugieren realizar diversos tratamientos antes de utilizarlo como enmienda orgánica [1].

El compostaje es la transformación biológica controlada de sustratos sólidos orgánicos en condiciones aeróbicas provocado por diversos microorganismos como bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras. Como resultado se produce la emanación de dióxido de carbono, agua y calor, así como la formación de nutrientes vegetales con efectos muy beneficiosos para las propiedades físico químicas y biológicas del suelo. El proceso de compostaje necesita de unas condiciones determinadas de temperatura, humedad, pH, aireación, tamaño de partícula y relación C/N que no cumple el RPG para que se produzca en unas condiciones idóneas por lo que se necesita la adecuación de estos parámetros mediante el secado previo, la adición de enmiendas alcalinas o cocompostaje [2]. Además, la elevada presencia de polifenoles, moléculas con un elevado poder antioxidante, en el RPG no ayuda al proceso de compostaje. Habitualmente los procesos sobre compostaje se realizan en pilas de elevado tamaño que requiere un largo tiempo de evolución.

En este póster se muestra el estudio que ayudará a revalorizar el RPG en el que se ensaya el compostaje de los diversos residuos generados durante el proceso de valorización del RPG desarrollado en el proyecto VALIGRA. Estos residuos son obtenidos como resultado de: (i) la extracción de polifenoles y, posteriormente, (ii) extracción de lignina. Se compara el compostaje de ambos productos con el del RPG inicial.

## Materiales y métodos

El estudio emplea RPG procedente de frutos de *Punica granatum* L. cv Mollar de Elche a la que se ha extraído los arilos. Teniendo en cuenta una aplicabilidad industrial del proceso de valorización del RPG que se está llevando a cabo, el sustrato que se composte proviene de algunos de los diferentes procesos de extracción de polifenoles y de la posterior extracción de lignina cuyos resultados se comparan con la utilización directa del RPG. Para el compostaje se emplean contenedores cerrados de un volumen de 1 L. La evolución del proceso se monitoriza a través de la medida de los parámetros clásicos referidos a la temperatura (sonda PT100, longitud 10 cm, diámetro 3 mm) y respirometría empleando las sondas y sensores adecuados (sonda de IR no dispersivo para CO<sub>2</sub> y sensor electroquímico para O<sub>2</sub>). Los diversos experimentos se comparan con el compostaje del RPG inicial.

## Resultados y conclusión

Teniendo en cuenta la humedad inicial de las muestras eventualmente se requiere un secado previo para su procesado durante los procesos de valorización inicial del RPG para lo cual se ensaya el secado mediante una fuente de calor artificial o su exposición al medio ambiente. Para adecuar la relación C/N inicial a un valor próximo a 30 se añade la cantidad necesaria de serrín procedente de restos de poda del propio árbol o lodo de depuradora según convenga. Se trata por tanto de una pila de compostaje de laboratorio, **Figura 1**, que permite ensayar diferentes sustratos iniciales de manera sencilla en un corto espacio de tiempo empleando también un espacio muy limitado. La evolución del proceso se monitoriza a través de la medida de la temperatura, consumo de O<sub>2</sub> y emisión de CO<sub>2</sub> empleando las sondas y sensores señalados. Para determinar la madurez del compost obtenido se tiene en cuenta el perfil de las curvas de evolución de los parámetros medidos en función del tiempo y la relación C/N de la fase sólida. Dado la pequeña masa empleada es necesario calentar inicialmente la muestra en estufa de laboratorio.



**Figura 1.** Montaje experimental para el estudio del compostaje de los residuos de RPG

## Referencias

- [1] D. A. El Barnossi, F. Moussaid, A. Iraqi Housseini. *Biotechnology Reports* 29 (2021) e00574. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00574>
- [2] M.A. Bustamante, C. Paredes, F.C. Marhuenda-Egea, A. Pérez-Espinosa, M.P. Bernal, R. Moral. *Chemosphere* 72 (2008) 551–557

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y ha sido apoyado por el MCIN con fondos NEXT GENERATION EU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana. Los autores agradecen a la Estación Experimental Agraria de Elche perteneciente al IVIA por proveer los RPG. N. Guijarro agradece al MICINN el apoyo recibido vía el programa Ramon y Cajal (RYC2018-023888-I).

## PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DEL RESIDUO SÓLIDO DE LA PRODUCCIÓN DE HORCHATA DE CHUFA

Anita Patrón<sup>1\*</sup>, Eugenia Martín-Esparza<sup>1</sup>, Chelo González-Martínez<sup>1</sup>, Amparo Chiralt<sup>1</sup>

1: Instituto Universitario de Ingeniería de alimentos - Food UPV, Universitat Politècnica de València  
Camí de Vera s/n, 46022 València, España.

\*anpates@upvnet.upv.es

**Palabras clave:** Residuo de horchata de chufa, Almidón, Proceso de extracción

### Introducción y objetivo:

La horchata es una bebida tradicional hecha de los tubérculos de la planta *Cyperus esculentus L.*, por medio de la trituración de los mismos en agua. Estos tubérculos llamados chufas a nivel local, tienen un alto contenido de sustancias no nitrogenadas de las cuales la más abundante es el almidón. La chufa cultivada en España tiene alrededor del 31% de almidón y al preparar la horchata, se extrae una parte; pero, la gran mayoría (23%), se queda en el residuo sólido de su elaboración. Anualmente, sólo en la Comunidad Valenciana se producen alrededor de 50 millones de L de horchata, los cuales, generan unos 600,000 kg de residuo sólido, el cual es usado actualmente para compost, alimentación animal o combustión (Sánchez Zapata et al., 2009). El objetivo de este estudio fue evaluar y diseñar un proceso de extracción de almidón de dicho residuo, con el fin de obtener el mayor rendimiento y pureza posible, con el mínimo impacto ambiental y escalable a nivel industrial. Se ensayaron diferentes condiciones en base a estudios previos (Akonor et al., 2019) y las muestras de almidón obtenidas se analizaron en cuanto a su rendimiento, índice de blancura y pureza.

### Materiales y métodos:

El residuo de la elaboración de horchata de chufa fue suministrado por Horchaterías Rin (Alboraia, Valencia). Las muestras fueron homogenizadas en el medio acuoso con un equipo Thermomix TM-5 (Vorwerk Spain M.S.L., S.C., Madrid, España), y el índice de blancura se midió con un espectrocolorímetro. El proceso global de extracción descrito en la figura 1 consta de una etapa de homogenización en medio acuoso para promover la liberación del almidón intracelular, el filtrado para separar los fragmentos celulares de mayor tamaño y la separación de fases de la fracción líquida por diferencia de densidad que promueve la sedimentación del almidón. Finalmente, su separación por decantación y secado a 50 °C. Se plantearon tres series experimentales para estudiar a) el efecto del tipo de solvente acuoso (agua destilada, disolución NaOH 13 mM y disolución de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4 mM) y tiempo de homogenización (2 y 5 minutos), b) el número de ciclos de lavado del residuo de filtración (0, 1 y 2) y c) el método de separación de fases (sedimentación natural en 18 horas a 5 °C y centrifugación a 15,000 g por 1 hora). En cada experimento se comparó el rendimiento, la pureza y el índice de blancura de la muestra final de almidón.

### Resultados y conclusión:

El rendimiento aumentó con el mayor tiempo de homogenización al liberar una mayor cantidad de gránulos de almidón por la rotura de las estructuras celulares de la matriz del residuo. El efecto del tipo de disolvente fue menos significativo, ya que los rendimientos obtenidos a mayor tiempo de homogenización fueron muy similares para los tres solventes.

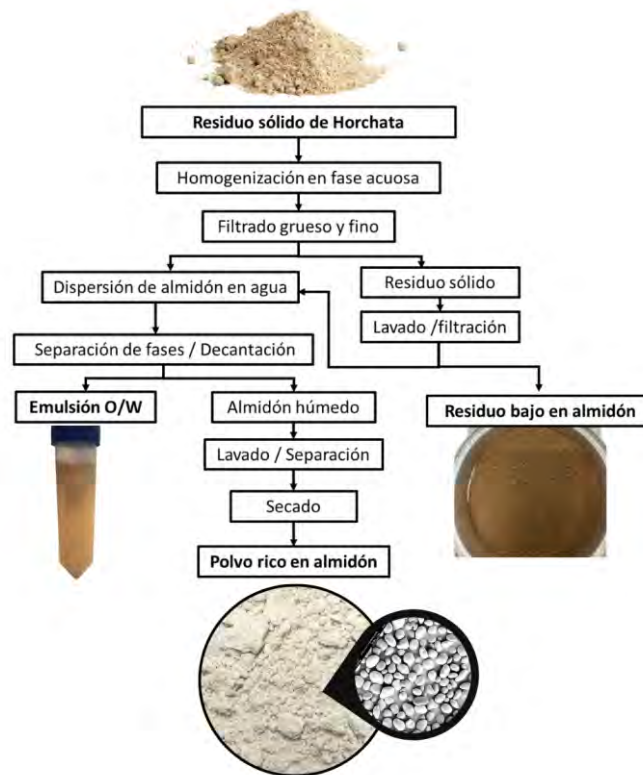


Figura 1. Proceso de extracción del almidón del residuo sólido proveniente de la elaboración de horchata de chufa.

A su vez, el aumento del tiempo de homogenización liberó fragmentos celulares y otras partículas de densidad similar a la del almidón que redujeron su pureza y el índice de blancura. Los ciclos de lavado y el tiempo de homogenización afectaron significativamente el rendimiento, sobre todo, el primer ciclo. Como era de esperar, la pureza y el índice de blancura disminuyeron con el aumento del tiempo y de los ciclos de lavado. Se observó un efecto más significativo del tiempo de homogenización que del método de separación de fases en cuanto al rendimiento, pero la pureza y el índice de blancura aumentaron significativamente con la centrifugación, lo cual sugiere que ésta promueve una sedimentación más selectiva de los fragmentos celulares. En base a los resultados obtenidos, se propone el agua como solvente de extracción para asegurar un proceso más limpio con rendimientos similares a la extracción alcalina y reductora, un tiempo de homogenización de 5 minutos que permitió una mayor liberación de almidón de la matriz del residuo, y un ciclo de lavado de la fase sólida retenida en el tamiz para aumentar el rendimiento. Por último, la separación de fases por centrifugación reduce el tiempo de operación y promueve la pureza del almidón. De esta manera, el rendimiento en almidón fue de 17 g / 100 g de residuo seco, con una pureza de 92 %, lo cual representa el 70 % del almidón total presente en el residuo de la elaboración de la horchata de chufa.

## Referencias

- Akonor, P. T., Tortoe, C., Oduro-Yeboah, C., Saka, E. A., & Ewool, J. (2019). Physicochemical, microstructural, and rheological characterization of tigernut (*Cyperus esculentus*) Starch. *International Journal of Food Science*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/3830651>
- Sánchez-Zapata, E., Fuentes-Zaragoza, E., Fernández-LÓPEZ, J., Esther Sendra, E. S., Navarro, C., & Pérez-ÁLVAREZ, J. A. (2009). Preparation of dietary fiber powder from tiger nut (*Cyperus esculentus*) milk (“horchata”) byproducts and its physicochemical properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(17), 7719–7725. <https://doi.org/10.1021/jf901687r>

## Agradecimientos:

Los autores agradecen a la Generalitat Valencia por financiar el Proyecto CIPROM/2021/071 para llevar a cabo esta investigación, así como al proyecto AGROALNEXT/2022/026. -

## APLICACION DE LA EXTRACCION EN AGUA SUBCRITICA PARA LA VALORIZACION DE LOS RASPONES DE UVA DE VINIFICACION.

Maté, I.; Vargas, M.; Atarés, L. Chiralt, A.

Food UPV, Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera s/n Edificio 8E Acceso F, Planta 3 Ciudad Politécnica de la Innovación 46022 Valencia  
e-mail: irmagar1@alumni.upv.es

### Palabras clave

Blanqueo, celulosa, extracción, raspón.

### Introducción y Objetivo

La industria vinícola en España produce anualmente entre 2 y 3 millones de toneladas de residuos o subproductos, principalmente durante la época de vendimia debido a su naturaleza estacional. Los raspones de las uvas constituyen un 12 % del total de subproductos (1) y son ricos en compuestos como polifenoles, celulosa, hemicelulosa y lignina que pueden extraerse para su revalorización. La extracción en agua subcrítica permite la separación selectiva de fenoles y otros compuestos no celulósicos, proporcionando un residuo de extracción enriquecido en celulosa que podría obtenerse para diversas aplicaciones. La purificación de la celulosa del residuo mediante blanqueo con peróxido de hidrógeno representa una estrategia con un menor impacto ambiental que el blanqueado convencional con compuestos clorados. El presente trabajo tiene como objetivo la obtención de fibras de celulosa de raspones de vinificación utilizando extracción con agua subcrítica y blanqueado con agua oxigenada, para evaluar la viabilidad del proceso y la utilización de este subproducto como fuente de celulosa para diversas aplicaciones.

### Material y métodos

Los raspones de vinificación de la var. Bobal (origen Requena) secos se molieron y se sometieron a extracción con agua (relación 10:1) en condiciones subcríticas (170°C, 7 bar y 180 °C, 7bar) durante 30 min. Los residuos sólidos de la extracción (R170 y R180) se blanquearon con agua oxigenada (relación 30:1) al 4 y 8 % a pH 12, aplicando 4 ciclos de 1 h. Lo muestras blanqueadas en cada ciclo se analizaron en cuanto al rendimiento de la etapa y el índice de blancura (IB) como indicadores de progreso del blanqueado. Todas las muestras fueron analizadas en cuanto a su composición en polímeros estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) utilizando el método NREL (NREL/TP-510-42619-2008).

### Resultados y conclusión

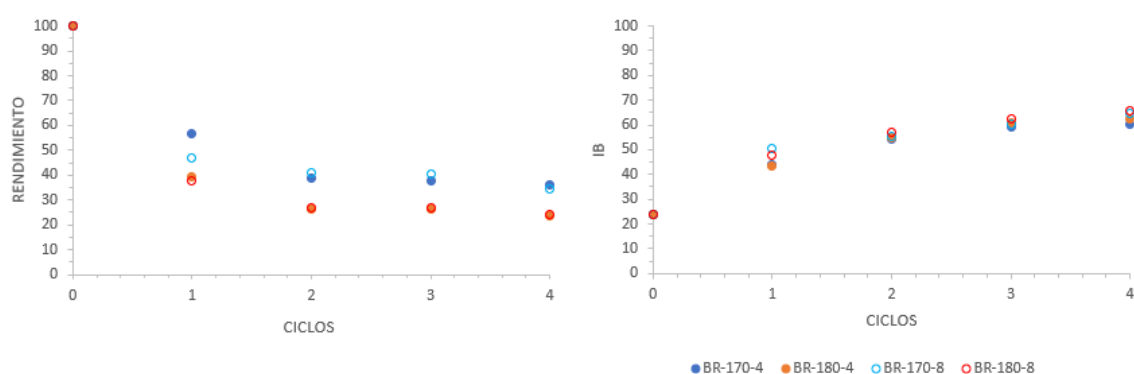
La extracción con agua subcrítica dio lugar a los residuos R170 y R180 con un rendimiento en sólidos de 53.8% y 57.7%, respectivamente. Asimismo, se obtuvieron dos extractos con un rendimiento en sólidos solubles de 31,94% y 28,64%, a 170°C y 180°C, respectivamente. Al cerrar el balance de materia seca, se deducen pérdidas de entre un 13-14% en el proceso de extracción, lo que puede atribuirse a la degradación parcial de la materia orgánica con la consiguiente emisión de gases en el reactor, coherente con el aumento de presión detectado (1.5 bar superior a la presión de vapor de agua correspondiente a cada temperatura).

Los residuos de extracción fueron sometidos a un proceso de blanqueado con el objetivo de aumentar su contenido en celulosa. Tal y como se observa en la Figura 1, se obtuvieron mayores rendimientos de blanqueado en las muestras R170 que en las R180, sin efecto significativo de la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y con un valor prácticamente constante a partir del segundo ciclo de blanqueo, lo que indica que el proceso de

purificación no progresa en los ciclos siguientes. En cuanto al índice de blancura, indicador de eliminación o decoloración de compuestos coloreados, se obtuvieron resultados similares en las muestras R170 y R180, sin cambios tampoco desde el segundo ciclo de blanqueado, alcanzando valores por debajo de 60.

La Tabla 1 muestra el contenido en celulosa, hemicelulosa y lignina determinados en el raspón, los residuos de la SWE (R170 y R180) y las muestras blanqueadas con 2 ciclos (BR170 y BR180). Los valores obtenidos para el raspón fueron similares a los indicados en bibliografía (2). No obstante, el proceso de extracción con agua subcrítica parece eliminar celulosa y hemicelulosa del residuo insoluble ya que los valores obtenidos fueron muy bajos, a pesar del efecto de concentración esperado. Esto es usual para la hemicelulosa que se hidroliza y extrae durante el proceso, pero no para la celulosa. Por el contrario, El alto contenido de lignina Klason de las muestras R170 y R180 es superior al esperado lo que puede atribuirse a una sobreestimación de esta fracción debido a la generación compuestos insolubles en ácido en el proceso de SWE por degradación de parte de la materia orgánica presente a alta temperatura. Este contenido se redujo en las muestras BR170 y BR180 pero sigue siendo muy alto lo que reduce la pureza de la celulosa que fue relativamente baja en las muestras blanqueadas (60-70%), con gran variabilidad.

En conclusión, la extracción en agua subcrítica a las temperaturas probadas y posterior blanqueo con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no resultó eficaz para obtener fibras de celulosa a partir de raspones de uva tinta por la aparente degradación parcial de la celulosa durante la etapa de extracción y la baja eficacia de la etapa de blanqueado.



**Figura 1.** Evolución del rendimiento (g/100 de R170 o R180) e índice de blancura (IB) de los residuos de extracción R170 y R180 durante los ciclos de blanqueado en agua oxigenada al 4 y 8%, a pH 12.

**Tabla 1.** Rendimientos (g/100 de raspón seco) y contenido (g/100 g muestra) en celulosa, hemicelulosa y lignina del raspón, los residuos de extracción en agua subcrítica a 170°C y 180°C (R170 y R180) y residuos blanqueados con agua oxigenada al 4 % a pH 12 con dos ciclos de 1 h (BR170 y BR180). Valores medios  $\pm$  desviación estándar.

Muestra	Rendimiento (%)	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)
Raspón	100	25 $\pm$ 2	9 $\pm$ 4	14 $\pm$ 3
R170	53,8	12 $\pm$ 1	n.d	44 $\pm$ 4
R180	57,7	18 $\pm$ 2	n.d	51 $\pm$ 9
BR170	14,1	71 $\pm$ 12	n.d	20,9 $\pm$ 0,2
BR180	15,5	47 $\pm$ 10	n.d	14,9 $\pm$ 0,1

n.d (no detectado)

### Agradecimientos

Las autoras agradecen al Programa Agroalnext (Proyecto AGROALNEXT/2022/026), apoyado por MCIN con financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1).

### Referencias

- Ruggieri, L., Cadena, E., Martínez-Blanco, J., Gasol, C. M., Rieradevall, J., Gabarrell, X., Gea, T., Sort, X., & Sánchez, A. (2009). Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical, economic and environmental analyses of the composting process. *Journal of Cleaner Production*, 17(9), 830–838. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2008.12.005>
- Blackford, M., Comby, M., Zeng, L., Dienes-Nagy, Á., Bourdin, G., Lorenzini, F., & Bach, B. (2021). A review on stems composition and their impact on wine quality. *Molecules*, 26(5), 1240. <https://doi.org/10.3390/molecules26051240>



# Estudio de diferentes mezclas de co-compostaje de estiércol vacuno con uso de aditivos

Miguel Ángel Mira-Urios<sup>1</sup>, José Sáez-Tovar<sup>1</sup>, Enrique Agulló<sup>1</sup>, Encarnación Martínez Sabater<sup>1</sup>, Zbigniew Emil Blesa Marco<sup>1</sup>, Luciano Orden<sup>1</sup> y Raúl Moral<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo GIAAMA, Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental CIAGRO Universidad Miguel Hernández de Elche. Crta Beniel km 3,2 C.P. 03312 Orihuela.  
e-mail: miguel.mirau@umh.es

**Palabras clave:** Compostaje, estiércol, biochar, residuos ganaderos.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

La producción de estiércoles supone un problema de gestión para la ganadería de vacuno, ya que su gran volumen de producción supone acumulación y focalización de los mismos en pequeñas áreas productivas. Debido a las características como residuo que poseen los estiércoles vacunos se propone el compostaje como alternativa de gestión, de modo que se obtenga un subproducto válido para la agricultura, permitiendo recircular nutrientes al suelo y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por la actividad ganadera. El objetivo de este trabajo fue el desarrollo de mezclas de compostaje de estiércoles vacunos con diferentes estructurantes y aditivos para tratar de producir un compost óptimo para aplicación agronómica. Con ese objetivo, utilizamos un aditivo de biochar (B) para balancear la relación C/N y un aditivo inorgánico con mezcla de varios materiales (MM) con el que tratamos de balancear los valores NPK.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso se llevó a cabo en la planta de compostaje CompoLab, alojada en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela-UMH (EPSO), de abril a julio de 2023. El manejo realizado fue compostaje en pila con volteo periódico. Los residuos utilizados fueron Estiércol Vacuno (CM), Paja (ST), Poda de almendro (AIP), Poda de albaricoque (ApP), Poda de vid (VT) y Alpechín (OMW). Estos materiales se mezclaron en diferentes proporciones, formando 4 mezclas distintas: M1; CM+ST (90:10 % s.p.f.) M2; CM+AIP (90:10% s.p.f.) M3; CM+ApP+OMW (40:10:50% s.p.f.) M4; CM+VT+OMW (40:10:50 s.p.f). Las mezclas se utilizaron para producir 12 pilas de compostaje trapezoidales (3 × 1,3 × 4,5 metros), obteniendo así 3 pilas de cada mezcla. A una pila de cada mezcla se le añadió un 1% sobre peso fresco de biochar (B) y otra recibió el aditivo inorgánico (MM) en igual proporción, dejando así una pila sin aditivo alguno (NA) como control. Las pilas se humectaron manualmente para mantener la humedad en torno al 60% y se voltearon tras 25, 46, 71 y 100 días desde el inicio. El proceso concluyó tras 119 días de fase bio-oxidativa y 47 días en maduración.

La toma de muestras se realizó en el momento inicial del montaje y tras 71, 119 y 165 días. Se tomaron 4 submuestras de 4 puntos distintos de cada pila y se integraron. Todas las muestras se secaron a 60°C, se molieron y tamizaron a 0,5 mm de diámetro antes del análisis. Las analíticas, realizadas por triplicado, fueron pH, conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico total (COT), nitrógeno total (NT), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y se midió el contenido en macro y micronutrientes (P, K, Ca, Mg, Na y metales pesados) mediante ICP-MS. Se calcularon las pérdidas de materia orgánica a partir del contenido en ceniza inicial y final. Durante todo el proceso se monitorizaron las temperaturas de las pilas mediante dispositivos data logger y estudió su comportamiento exotérmico a lo largo del proceso (Índice EXI2: TmaxPila- Tamb).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se pueden observar las diferencias en las características finales de las distintas mezclas y los diferentes aditivos testados. No parecen observarse diferencias entre los compost debidas a los aditivos utilizados, excepto para la CE, donde se observa un aumento al aplicar MM y una disminución en el pH ( $p < 0.05$ ), probablemente debido al contenido en sales inorgánicas y S elemental del aditivo MM. Respecto a las mezclas, la mayor pérdida de MO durante el proceso corresponde a la M1 (59%), mientras que la menor pérdida fue para M3 y M4 (46,0 y 46,1 %, respectivamente), mostrando M3 un contenido significativamente superior de MO al final del ensayo. Probablemente, la presencia de Alpechín en ambas mezclas, y su carácter antimicrobiano, pudo reducir la biodegradabilidad de las mismas. Se observa una CIC mayor en las mezclas M2, M3 y M4, lo cual puede favorecer el aumento de biodisponibilidad de nutrientes tras su aplicación agronómica. La CE de las mezclas que contuvieron alpechín (M3 y M4) fue más baja que en el resto. Los valores más altos de N se encontraron en M1, correspondiente a la mezcla con mayor proporción de estiércol vacuno. Además esta mezcla (M1) presentaba los valores finales de NPK más

balanceados y la comparamos con el resto.

Tabla 1. Características finales de los compost en función de la mezcla y de los aditivos utilizados.

		pH	CE mS/cm	MOT %	NT %	COT %	C/N	P %	K %	CIC meq/100g MO
<b>Mezclas</b>	<b>M1</b> (CM+ST)	8,00 <sup>a</sup>	12,6 <sup>b</sup>	59,5 <sup>b</sup>	3,25 <sup>c</sup>	32,5 <sup>a</sup>	9,98 <sup>a</sup>	1,52 <sup>c</sup>	3,31 <sup>b</sup>	135 <sup>a</sup>
	<b>M2</b> (CM+AIP)	8,17 <sup>ab</sup>	11,7 <sup>b</sup>	60,0 <sup>b</sup>	3,07 <sup>b</sup>	32,8 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	1,49 <sup>c</sup>	2,92 <sup>a</sup>	180 <sup>b</sup>
	<b>M3</b> (CM+AIP+OMW)	8,30 <sup>b</sup>	9,79 <sup>a</sup>	65,9 <sup>c</sup>	3,11 <sup>b</sup>	35,8 <sup>b</sup>	11,5 <sup>c</sup>	1,17 <sup>b</sup>	2,96 <sup>a</sup>	178 <sup>b</sup>
	<b>M4</b> (CM+VT+OMW)	8,60 <sup>c</sup>	9,62 <sup>a</sup>	57,4 <sup>a</sup>	2,83 <sup>a</sup>	32,3 <sup>a</sup>	11,4 <sup>c</sup>	0,87 <sup>a</sup>	3,23 <sup>b</sup>	175 <sup>b</sup>
	<b>F/Anova</b>	12,5 ***	18,9 ***	105 ***	133 ***	72,9 ***	40,2 ***	80,1 ***	6,76 ***	43,1 ***
<b>Aditivos</b>	<b>Nada</b>	8,44 <sup>b</sup>	10,3 <sup>a</sup>	61,1	3,06	33,5	11,0	1,18	3,02	168
	<b>Biochar</b>	8,35 <sup>b</sup>	10,3 <sup>a</sup>	60,7	3,04	33,7	11,1	1,30	3,14	160
	<b>MM</b>	8,01 <sup>a</sup>	12,1 <sup>b</sup>	60,3	3,09	32,8	10,6	1,31	3,15	172
	<b>F/Anova</b>	10,8 ***	6,33 **	0,17 ns	0,30 ns	1,12 ns	1,53 ns	0,73 ns	0,86 ns	0,99 ns

ns, \*, \*\*, \*\*\* indica no significativo, estadísticamente significativo a  $P \leq 0.05$ ,  $P \leq 0.01$ ,  $P \leq 0.001$ , respectivamente. Valores medios (n=3), la columna seguida de diferentes letras indica diferencias significativas a  $P < 0.05$  (Tukeys-B y Duncan como post-hoc test).

Durante el proceso M1, M2 y M3 mostraron un mayor incremento en el contenido de P que en NT y K. También se observa un menor incremento en NT, P y K en M1 cuando se le agrega el aditivo B (9.5%, 42.9% y 11.8% de incremento en NT, P y K respectivamente) que cuando se utiliza MM (66.6%, 171.4% y 29.8% de incremento en NT, P y K respectivamente) o no se añade ninguno (69.3%, 147.9% y 56.2% de incremento en NT, P y K respectivamente).

De media, parece que los mayores incrementos en NT y K se dieron al no usar aditivos (58.8% y 38.9% de aumento promedio de NT y K). Respecto al mayor incremento promedio de P, se dio con el aditivo MM (38.9% en promedio). En cualquiera de los dos casos, no parece haber una relación estadística al respecto.

La Figura 1 muestra el comportamiento exotérmico de las pilas de compostaje. Se observa el mayor  $\Sigma EXI2$  en las pilas de M4 con MM y con B. La menor EXI2 se da en la mezcla M3 sin aditivo. A partir del promedio de las EXI2, M4 parece la mezcla más activa, seguida por M1 y M2, a pesar de ser M4 la que mostró menores pérdidas de MO. Por norma general, la actividad exotérmica de las pilas con MM pareció ser mayor que la de aquellas con B, ambas pareciendo superiores en este aspecto que las pilas sin aditivo.

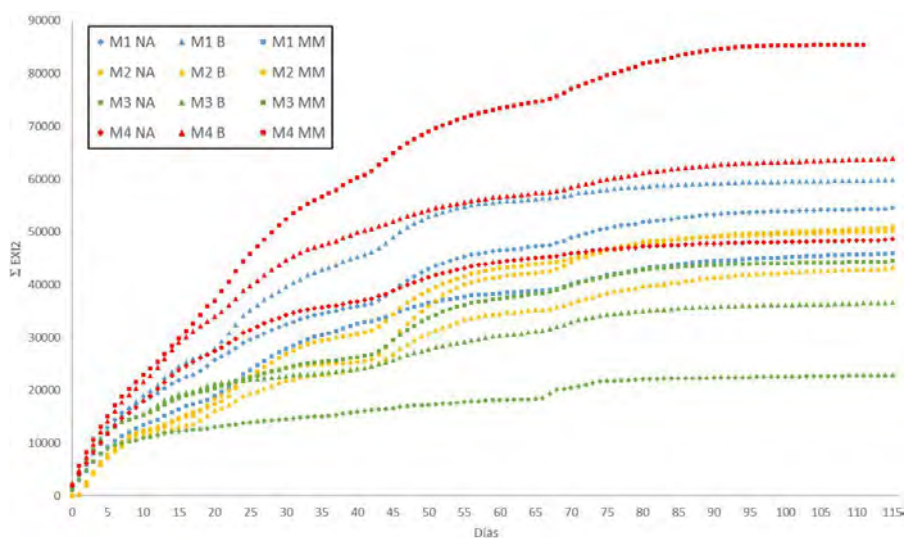


Figura 1. Comportamiento exotérmico de las pilas de compostaje dependiendo de la mezcla y el aditivo utilizado. NT: nitrógeno total; NA: Sin aditivo; B: Biochar; MM: aditivo experimental.

# EFFECTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE BIOFERTILIZACIÓN SOBRE LA METABOLÓMICA DE HARINA DE TRIGO (*Triticum turgidum* var. *Sculptur*)

**Manuel Viuda-Martos<sup>1\*</sup>, Silvia Sánchez Mendez<sup>2</sup>, Luciano Orden<sup>2</sup>, Miguel Ángel Mira Urios<sup>2</sup>, José Saéz-Tovar<sup>2</sup>, Andreu Rodríguez Javier<sup>2</sup>, Encarnación Martínez Sabater<sup>2</sup> y Raúl Moral<sup>2</sup>**

1: Grupo de Innovaciones en Productos Alimentarios (IPOA), Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental CIAGRO Universidad Miguel Hernández de Elche.

Crta Beniel km 3,2 C.P. 03312 Orihuela. e-mail: mviuda@umh.es

2: Grupo GIAAMA, Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental CIAGRO Universidad Miguel Hernández de Elche. Crta Beniel km 3,2 C.P. 03312 Orihuela

**Palabras clave:** Biomoléculas, Compost, Pellets, subproductos

## **Introducción:**

La producción, así como el contenido de compuestos bioactivos de cualquier cultivo va a depender de dos factores fundamentales como son las condiciones medioambientales y los factores genéticos. Entre los factores medioambientales se puede encontrar la fertilización. Una fertilización adecuada llevará a la obtención de grandes producciones con un contenido de compuestos bioactivos de interés. El objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto de la biofertilización con distintos pellets orgánico-minerales en base a compost sobre los metabolitos presentes en la harina de trigo mediante el empleo de resonancia magnética nuclear de protones (<sup>1</sup>H-NMR).

## **Materiales y Métodos:**

En este estudio se realizó un ensayo de campo en un cultivo de trigo (*Triticum turgidum* var. *Sculptur*) en un suelo de clima mediterráneo (Estación Experimental Aula Dei, Zaragoza, España). El diseño experimental consistió en un bloque completo al azar de 10 tratamientos con tres replicaciones (parcelas de 3x8 m), incluido un tratamiento de control sin fertilizar. La fertilización consistió en una dosis equivalente de 50 kg P/ha al momento de la siembra y una aplicación de 150 kg N/ha al ahijamiento (Z23). Los fertilizantes utilizados fueron: fertilizante convencional (MAP, 11-52-0 y UREA, 46-0-0), pellets a base de compost enriquecidos con fuentes orgánicas (N y P) y pellets a base de compost enriquecido con fuentes minerales (N y P). Se cosecharon mecánicamente 6 m<sup>2</sup> de cada parcela (n=33). Los efectos de los diferentes tratamientos sobre el perfil de aminoácidos, el perfil de azúcares y el contenido de aminos (colina y betaína) se realizó mediante el empleo de resonancia magnética nuclear de protones (<sup>1</sup>H-NMR).

## **Resultados y Discusión:**

En la Tabla 1 se puede observar el efecto de la biofertilización sobre el contenido de azúcares y aminos cuaternarias. La betaína y la colina son dos componentes muy importantes de la harina de trigo con múltiples efectos sobre el organismo una vez ingeridas y metabolizadas. La betaína juega un papel muy importante en la bioquímica celular mientras que la colina se metaboliza en acetilcolina y fosfatidilcolina que son esenciales para el normal funcionamiento celular. Ninguno de los tratamientos de biofertilización ejerció efecto de mejora sobre la producción de betaína ya que en términos generales

no se observan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) con el control ni con el control positivo (P(i)+N(i)). Sin embargo, en el caso de la colina, la biofertilización con pellet compuesto por compost y harina de hueso (P(Bm)+N(i)) o pellet elaborado con compost y estruvita P(St)+N(i) (precipitado de depuradora) provocó un aumento ( $p < 0.05$ ) para este compuesto en relación al control y al control positivo. En cuanto al contenido en azúcares libres, la biofertilización con pellet compuesto por compost y harina de hueso (P(Bm)+N(i)) mejoró los valores de glucosa, rafinosa y sacarosa de forma significativa ( $p < 0.05$ ) con respecto al control. Un mayor contenido en azúcares dará lugar a una mayor producción de gas en la masa durante la fermentación y por tanto mayor contenido en alveolos.

Tabla 1. Contenido de azúcares y aminos cuaternarias presentes en las harinas de trigo sometidas a distintos procesos de biofertilización

Tratamiento	Betaína	Colina	Fructosa	Glucosa	Maltosa	Rafinosa	Sacarosa
Control	2.14 <sup>bc</sup>	0.49 <sup>a</sup>	2.56 <sup>abc</sup>	2.28 <sup>bc</sup>	2.30 <sup>bcde</sup>	5.10 <sup>ab</sup>	5.12 <sup>ab</sup>
P(i)+N(i)	2.16 <sup>bc</sup>	0.55 <sup>a</sup>	3.10 <sup>d</sup>	2.53 <sup>c</sup>	2.86 <sup>f</sup>	6.31 <sup>cd</sup>	6.55 <sup>de</sup>
P(om)+N(i)	2.28 <sup>bc</sup>	0.54 <sup>a</sup>	3.15 <sup>d</sup>	2.27 <sup>bc</sup>	2.70 <sup>ef</sup>	6.37 <sup>cd</sup>	6.50 <sup>de</sup>
P(om)+N(om)	2.27 <sup>bc</sup>	0.50 <sup>a</sup>	2.98 <sup>cd</sup>	2.32 <sup>bc</sup>	2.40 <sup>edef</sup>	5.71 <sup>bc</sup>	5.38 <sup>abc</sup>
P(om)+N(o)	2.34 <sup>c</sup>	0.52 <sup>a</sup>	2.77 <sup>bcd</sup>	2.26 <sup>bc</sup>	2.46 <sup>edef</sup>	5.63 <sup>bc</sup>	6.12 <sup>cd</sup>
P(Bm)+N(i)	2.09 <sup>bc</sup>	0.93 <sup>b</sup>	2.96 <sup>bcd</sup>	2.54 <sup>c</sup>	2.59 <sup>def</sup>	7.27 <sup>d</sup>	7.02 <sup>e</sup>
P(Bm)+N(om)	2.25 <sup>bc</sup>	0.47 <sup>a</sup>	2.15 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	1.52 <sup>a</sup>	6.06 <sup>bc</sup>	4.87 <sup>ab</sup>
P(Bm)+N(o)	1.97 <sup>ab</sup>	0.50 <sup>a</sup>	2.58 <sup>abc</sup>	2.05 <sup>ab</sup>	2.06 <sup>bcd</sup>	5.42 <sup>abc</sup>	5.54 <sup>bc</sup>
P(St)+N(i)	1.75 <sup>a</sup>	0.85 <sup>b</sup>	2.79 <sup>bcd</sup>	2.00 <sup>ab</sup>	1.79 <sup>ab</sup>	6.11 <sup>bc</sup>	5.50 <sup>bc</sup>
P(St)+N(om)	2.19 <sup>bc</sup>	0.50 <sup>a</sup>	2.29 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	2.10 <sup>bcd</sup>	6.04 <sup>bc</sup>	6.07 <sup>cd</sup>
P(St)+N(o)	1.66 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	2.55 <sup>ab</sup>	1.99 <sup>ab</sup>	1.94 <sup>abc</sup>	4.47 <sup>a</sup>	4.63 <sup>a</sup>

Valores expresados en mM. P(i): MAP; N(i): UREA; P(om): fosforo inorgánico + compost; N(om): nitrógeno inorgánico + compost; P(Bm): harina de hueso + compost; N(o): harina de sangre + compost; P(St): estruvita + compost.

En la Figura 1 se observa el efecto de la biofertilización sobre el perfil de aminoácidos presentes en las muestras de harina de trigo. En términos generales la biofertilización con los distintos tratamientos no provocó cambios significativos en el perfil de aminoácidos con respecto al control ni a la fertilización con compuestos inorgánicos. A excepción de los aminoácidos no esenciales ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA) y ácido glutámico (GLU) o de los esenciales, leucina (LEU) y triptófano (TRP), donde la fertilización del suelo aumentaba los valores de estos compuestos. En el caso de GABA y GLU los mayores valores se obtuvieron cuando se empleó P(om)+N(om) y P(Bm)+N(o). Para LEU y TRP los valores más elevados se obtuvieron con la mezcla de harina de hueso + compost y nitrógeno inorgánico (P(Bm)+N(i)).

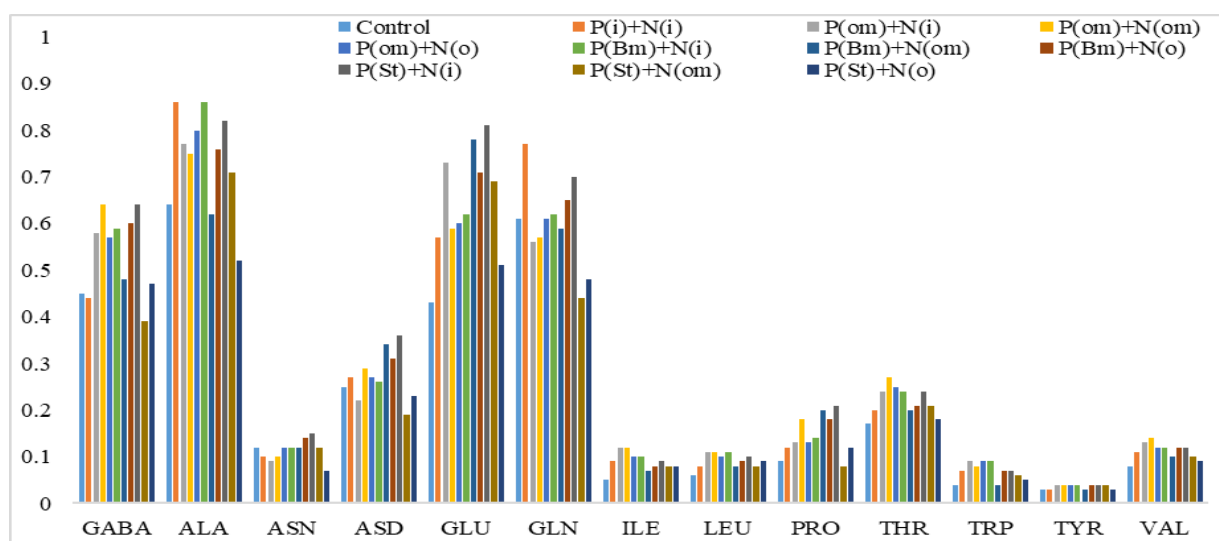


Figura 1. Efecto de la biofertilización sobre el perfil de aminoácidos presentes en las muestras de harina de trigo. Valores expresados en mM. P(i): MAP; N(i): UREA; P(om): fosforo inorgánico + compost; N(om): nitrógeno inorgánico + compost; P(Bm): harina de hueso+compost; N(o): harina de sangre + compost; P(St): estruvita + compost.

# OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LOS SUBPRODUCTOS AGROALIMENTARIOS DE LA REGIÓN DE MURCIA COMO SUSTRATO DE CRECIMIENTO PARA LARVAS DE *HERMETIA ILLUCENS*.

Cindy Bande-De León<sup>1\*</sup>, Teresa Muela<sup>1</sup>, Noelia Hernández-Correas<sup>1</sup>, Eva Salazar<sup>1</sup> y José María Cayuela<sup>1</sup>

1: Departamento de Tecnología de la Alimentación y Nutrición (Facultad de Farmacia y Nutrición), Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), Campus de los Jerónimos, 30107 Murcia, España.

e-mail: cmbande@ucam.edu

**Palabras clave:** subproductos agroalimentarios, *Hermetia illucens*, gestión de desechos industriales, economía circular.

## Introducción:

A pesar de una mayor sensibilización sobre el cambio climático, la cantidad de alimentos que se desechan sigue siendo alta. Datos recientes indican que, en promedio, cada ciudadano europeo tira más de 35 kilogramos de frutas y verduras frescas anualmente, según el Informe del Índice de Desperdicio de Alimentos (PNUMA, 2021). Además, el crecimiento demográfico global exige la búsqueda inmediata de fuentes adicionales de proteínas sostenibles que puedan incorporarse en la dieta de los animales. Las larvas de la mosca soldado, *Hermetia illucens*, se han identificado como una alternativa eficaz y sostenible para abordar dos importantes desafíos medioambientales: la gestión de desechos industriales y la carencia de proteínas de consumo (Jucker et al., 2017).

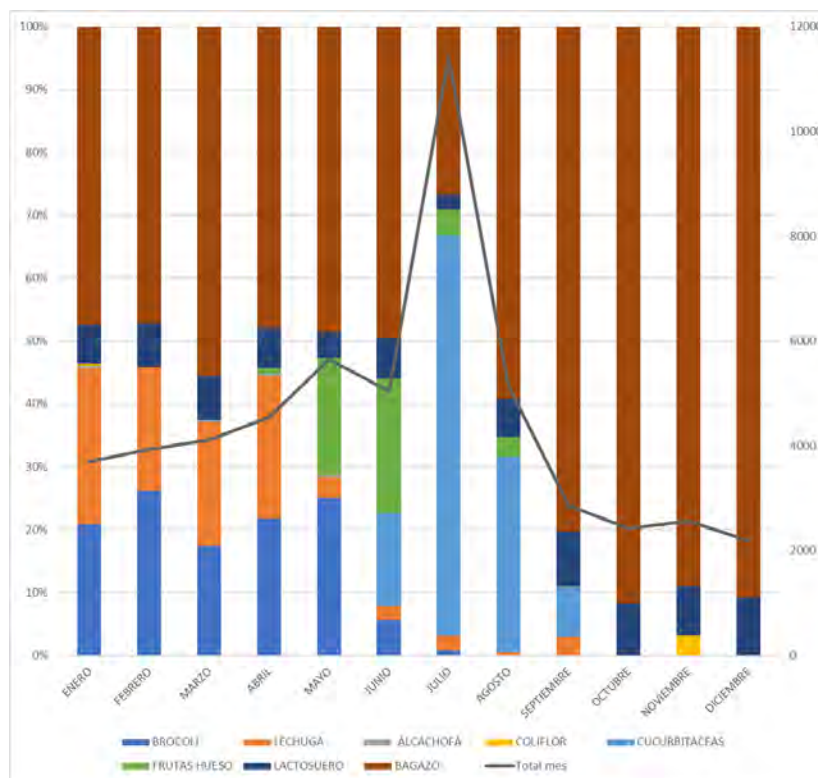
**Objetivo:** Valorizar los subproductos agroalimentarios respondiendo al desafío medioambiental de gestión de desechos y a la demanda mundial de nuevas fuentes de proteína de consumo animal evaluando la disponibilidad y calidad de residuos agroalimentarios de una cooperativa agrícola de la Región de Murcia como sustrato de crecimiento para larvas de *Hermetia illucens*.

## Material y métodos:

Se evaluó la variedad y el volumen de residuos agroalimentarios generados mensualmente a lo largo de un año en una cooperativa agrícola situada en la Región de Murcia. Además, se analizó la composición nutricional de estos subproductos agroalimentarios que sirvieran como sustrato de crecimiento de las larvas de *Hermetia illucens*: humedad y extracto seco, proteína bruta, grasa, fibra, ceniza, hidratos de carbono, mediante técnicas analíticas estandarizadas. El pH se determinó mediante el método potenciométrico, empleando un pHmetro (pH ORP/Meter, Hanna Ins.) y la medición de la actividad del agua se realizó utilizando un instrumento específico para medir dicha actividad Rotronic HygroPalm HP23-AW-A (Bassersdorf, Zürich, Suiza). Los contenidos de Ca, P, K, Mg, y Fe se determinaron según métodos normalizados. El perfil de ácidos grasos C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>18:2</sub>, C<sub>18:3</sub> y C<sub>>20</sub> se analizó en aquellos subproductos de mayor aporte graso. Todas las muestras se analizaron por triplicado y los resultados se expresaron con la media y el error estándar. Los valores correspondientes a los datos composicionales y fisicoquímicos se expresan en g por 100g de producto fresco.

## Resultados y conclusión:

Este estudio demuestra que los subproductos agroalimentarios evaluados presentan una calidad nutricional adecuada para su empleo como sustrato de crecimiento de larvas de *Hermetia illucens* que serán destinadas a la producción de harina de insecto y sus derivados (como proteínas hidrolizadas, extractos grasos y fertilizantes orgánicos). Por otro lado, tal y como se puede observar en la Figura 1, existe un suministro constante de estos residuos orgánicos que son apropiados para este fin. Así, se valorizan los subproductos y residuos del sector agroalimentario al convertirlos en materias primas de valor.



**Figura 1.** Análisis mensual de cantidad total (toneladas) y porcentaje relativo mensual de residuos orgánicos procedentes de restos vegetales y de industria láctea.

De esta manera, se convierte un problema en una ventaja, transformando el proceso industrial tradicional, que es lineal y contaminante, en una economía verdaderamente circular y sostenible que inicia y finaliza con los alimentos que consumimos.

**Agradecimientos:** Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y ha contado con el apoyo del MCIN y la CARM y la financiación de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1).

## Referencias:

1. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). Informe sobre el índice de desperdicio de alimentos 2021. Nairobi, Kenia. Recuperado el 15/12/2023, de <https://www.unep.org/es/resources/informe/indice-de-desperdicio-de-alimentos-2021>
2. Jucker, C., Erba, D., Leonardi, M., Lupi, D., & Savoldelli, S. (2017). Assessment of Vegetable and Fruit Substrates as Potential Rearing Media for *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) Larvae. *Environmental Entomology*, 46, 1415 - 1423. <https://doi.org/10.1093/ee/nvx154>

# Películas activas de Poli(3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-valerato) enriquecidas con compuestos fenólicos

Carla I. La Fuente Arias<sup>1\*</sup>, Chelo González-Martínez<sup>1</sup>, Amparo Chiralt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitat Politècnica de València (UPV), Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos-FoodUPV, 46022

e-mail: cilafue@upvnet.es

## 1. Introducción y objetivo

Los polis(hidroxicanoatos) (PHAs) son una amplia familia de poliésteres, sintetizados por microorganismos, con gran diversidad estructural. En los últimos años, se ha prestado especial atención al poli(3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-valerato) (PHBV) que tiene propiedades mejoradas de procesabilidad en comparación con otros PHAs<sup>1</sup>. Por otro lado, la incorporación de compuestos naturales con propiedades antioxidantes y/o antimicrobianas a la matriz polimérica para la obtención de películas activas es una estrategia para favorecer la conservación de los alimentos y la extensión de su vida útil<sup>2</sup>. Entre ellos, el ácido ferúlico, la vainillina y la catequina poseen propiedades antimicrobianas y antioxidantes comprobadas y pueden utilizarse para obtener materiales activos para el envasado. La incorporación de los compuestos activos a la matriz polimérica produce cambios en sus propiedades debido a la interacción del compuesto con las cadenas poliméricas. Por ejemplo, el ácido ferúlico mejoró la capacidad de barrera al oxígeno y al agua del PHBV, promoviendo la extensibilidad de las películas<sup>2</sup>. Este trabajo tiene como objetivo analizar el efecto de la catequina, el ácido ferúlico y la vainillina, incorporados al 5 % en películas de PHBV, en las propiedades funcionales y estructurales de la matriz, así como en el comportamiento térmico y grado de cristalización del polímero.

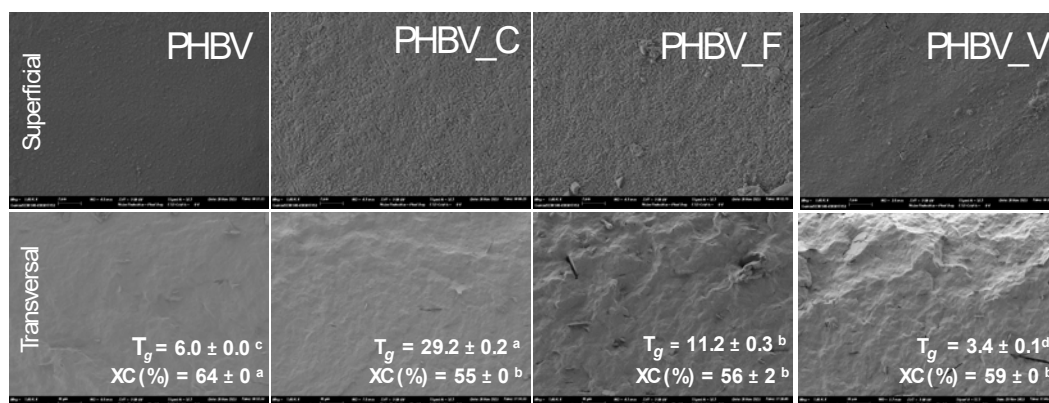
## 2. Material y Métodos

Se prepararon películas de PHBV, con catequina, ácido ferúlico y vainillina en una concentración del 5 %, por mezclado en fundido, utilizando un mezclador interno (HAAKETM PolyLabTM QC, Thermo Fisher Scientific, Alemania), y moldeo por compresión en una prensa hidráulica de platos calientes (Modelo LP20, Labtech Engineering, Tailandia). Posteriormente, todos los materiales fueron acondicionados en pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) hasta su posterior análisis. Los materiales fueron caracterizados en su morfología a través de imágenes FESEM y su espectro de difracción de Rayos-X, propiedades mecánicas (ASTM D882-12), propiedades de barrera al vapor de agua (ASTM E96/E96M) y al oxígeno (ASTM D3985-05) y en propiedades térmicas por DSC y TGA.

## 3. Resultados y Conclusión

La Figura 1 muestra la morfología de la superficie y la sección transversal de las diferentes películas donde se puede observar estructura homogénea para todos los materiales. Los grupos hidroxilo de los compuestos fenólicos son capaces de formar enlaces de hidrógeno con grupos carbonilo de diferentes poliésteres<sup>1</sup>, dando lugar a cambios estructurales como la formación de cristales de menor tamaño (con menor temperatura de fusión) e, incluso, el descenso en la cristalinidad (*XC* %) y la entalpía de fusión del PHBV. Los valores obtenidos para las muestras incluidos en la Figura 1 y reflejan este efecto para los tres compuestos estudiados.

Por otro lado, puede observarse que la incorporación de ácido ferúlico y, sobre todo de catequina, aumentó el valor de la temperatura de transición vítrea (valores *T<sub>g</sub>* en Figura 1) respecto a la del PHBV puro, mientras que la incorporación de vainillina disminuyó la *T<sub>g</sub>*. Esto indica la diferente interacción de los compuestos fenólicos con el polímero, en función de su estructura molecular. El efecto anti-plastificante de los dos primeros compuestos puede explicarse por la promoción del entrecruzado de cadenas a través de enlaces de hidrógeno con los compuestos fenólicos, mientras que el efecto plastificante de la vainilla puede estar relacionado con su menor capacidad para promover el entrecruzado de cadenas, interrumpiendo su presencia las propias interacciones entre ellas que dan cohesión a la matriz.



**Figura 1.** Imágenes FSEM de películas de PHBV con catequina (PHBV\_C), ácido ferúlico (PHBV\_F) y vainillina (PHBV\_V), con sus respectivas temperaturas de transición vítrea ( $T_g$ ) y cristalinidad (XC %).

En la Tabla 1 se presentan las propiedades mecánicas y de barrera al vapor de agua y al oxígeno de las películas de PHBV sin y con los diferentes compuestos fenólicos. Las películas presentaron un grosor similar ( $\sim 130 \mu\text{m}$ ), pero presentaron cambios en sus propiedades dependiendo del compuesto fenólico incorporado. El ácido ferúlico y la vainillina provocaron un descenso del módulo de elasticidad ( $EM$ ), y de la tensión ( $TS$ ) y deformación ( $\epsilon$ ) en punto de rotura descenso mientras que la catequina aumentó el módulo de elasticidad haciendo los films menos extensibles. Así mismo, la catequina y el ácido ferúlico disminuyeron la permeabilidad al vapor de agua, mientras que la vainillina la aumentó. Estos efectos son coherentes con sus respectivos efecto anti-plastificante y plastificante. Todos los compuestos aumentaron la capacidad de barrera al oxígeno debido a su capacidad antioxidante que les confiere un efecto secuestrante del oxígeno.

**Tabla 1.** Tensión de fractura ( $TS$ ), Elongación en la rotura ( $\epsilon$ ), Módulo elástico ( $EM$ ), Permeabilidad al vapor de agua ( $WVP$ ), Permeabilidad al oxígeno ( $OP$ ) para películas de PHBV formuladas con compuestos fenólicos.

Formulación	$TS$ (MPa)	$\epsilon$ (%)	$EM$ (MPa)	$WVP \cdot 10^{12}$ (g/Pa.s.m)	$OP \cdot 10^{12}$ ( $\text{cm}^3/\text{Pa.s.m}$ )
PHBV	$32 \pm 3^a$	$2.0 \pm 0.2^a$	$2000 \pm 90^b$	$3.34 \pm 0.41^b$	$0.220 \pm 0.040^a$
PHBV_C	$17 \pm 2^c$	$1.0 \pm 0.1^b$	$2200 \pm 60^a$	$3.00 \pm 0.21^b$	$0.070 \pm 0.003^c$
PHBV_F	$14 \pm 2^c$	$1.2 \pm 0.4^b$	$1800 \pm 90^c$	$3.21 \pm 0.4^b$	$0.154 \pm 0.033^b$
PHBV_V	$23 \pm 2^b$	$1.8 \pm 0.3^a$	$1513 \pm 108^d$	$5.00 \pm 1.00^a$	$0.210 \pm 0.012^{ab}$

**Nota.** Diferentes subíndices indican diferencias significativas entre diferentes muestras (prueba de Tukey,  $p < 0,05$ ).

Consecuentemente, la incorporación de compuestos fenólicos a las películas de PHBV provocó cambios en la matriz polimérica debido a sus diferentes interacciones con las cadenas poliméricas, modulando así sus propiedades funcionales, además de conferir capacidad potencial antioxidante/antimicrobiana a las películas.

**Palabras clave.** PHBV; compuestos fenólicos; plásticos biodegradables; catequina; ácido ferúlico y vainillina.

### Referencias

- Bonnenfant C, Gontard N, Aouf C. PHBV-based polymers as food packaging: Physical-chemical and structural stability under reuse conditions. *Polymer (Guildf)*. 2023;270:125784. doi:10.1016/j.polymer.2023.125784
- Moll E, Chiralt A. Polyhydroxybutyrate-co-hydroxyvalerate (PHBV) with Phenolic Acids for Active Food Packaging. *Polymers (Basel)*. 2023;15(21):4222. doi:10.3390/polym15214222

**Agradecimientos.** Este estudio fue financiado por los proyectos CIPROM/2021/071, PID2022-140444OB-I00 y APOST/2021/19 (MCIN y Generalitat Valenciana).

### Tipo de presentación

*Indistinto*



## PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DEL RESIDUO SÓLIDO DE LA PRODUCCIÓN DE HORCHATA DE CHUFA

Anita Patrón<sup>1\*</sup>, Eugenia Martín-Esparza<sup>1</sup>, Chelo González-Martínez<sup>1</sup>, Amparo Chiralt<sup>1</sup>

1: Instituto Universitario de Ingeniería de alimentos - Food UPV, Universitat Politècnica de València  
Camí de Vera s/n, 46022 València, España.

\*anpates@upvnet.upv.es

**Palabras clave:** Residuo de horchata de chufa, Almidón, Proceso de extracción

### Introducción y objetivo:

La horchata es una bebida tradicional hecha de los tubérculos de la planta *Cyperus esculentus L.*, por medio de la trituración de los mismos en agua. Estos tubérculos llamados chufas a nivel local, tienen un alto contenido de sustancias no nitrogenadas de las cuales la más abundante es el almidón. La chufa cultivada en España tiene alrededor del 31% de almidón y al preparar la horchata, se extrae una parte; pero, la gran mayoría (23%), se queda en el residuo sólido de su elaboración. Anualmente, sólo en la Comunidad Valenciana se producen alrededor de 50 millones de litros de horchata, los cuales, generan unos 600,000 kg de residuo sólido, el cual es usado actualmente para compost, alimentación animal o combustión (Sánchez Zapata et al., 2009). El objetivo de este estudio fue evaluar y diseñar un proceso de extracción de almidón de dicho residuo, con el fin de obtener el mayor rendimiento y pureza posible, con el mínimo impacto ambiental y escalable a nivel industrial. Se ensayaron diferentes condiciones en base a estudios previos (Akonor et al., 2019) y las muestras de almidón obtenidas se analizaron en cuanto a su rendimiento, índice de blancura y pureza.

### Materiales y métodos:

El residuo de la elaboración de horchata de chufa fue suministrado por Horchaterías Rin (Alboraia, Valencia). Las muestras fueron homogenizadas en el medio acuoso con un equipo Thermomix TM-5 (Vorwerk Spain M.S.L., S.C., Madrid, España), y el índice de blancura se midió con un espectrocolorímetro. El proceso global de extracción descrito en la figura 1 consta de una etapa de homogenización en medio acuoso para promover la liberación del almidón intracelular, el filtrado para separar los fragmentos celulares de mayor tamaño y la separación de fases de la fracción líquida por diferencia de densidad que promueve la sedimentación del almidón. Finalmente, su separación por decantación y secado a 50 °C. Se plantearon tres series experimentales para estudiar a) el efecto del tipo de solvente acuoso (agua destilada, disolución NaOH 13 mM y disolución de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4 mM) y tiempo de homogenización (2 y 5 minutos), b) el número de ciclos de lavado del residuo de filtración (0, 1 y 2) y c) el método de separación de fases (sedimentación natural en 18 horas a 5 °C y centrifugación a 15,000 g por 1 hora). En cada experimento se comparó el rendimiento, la pureza y el índice de blancura de la muestra final de almidón.

### Resultados y conclusión:

El rendimiento aumentó con el mayor tiempo de homogenización al liberar una mayor cantidad de gránulos de almidón por la rotura de las estructuras celulares de la matriz del residuo. El efecto del tipo de disolvente fue menos significativo, ya que los rendimientos obtenidos a mayor tiempo de homogenización fueron muy similares para los tres solventes.

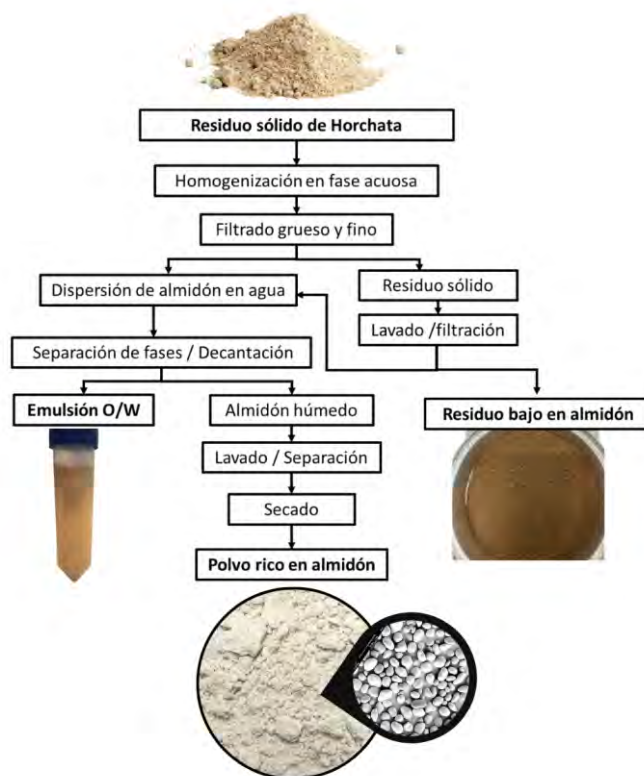


Figura 1. Proceso de extracción del almidón del residuo sólido proveniente de la elaboración de horchata de chufa.

A su vez, el aumento del tiempo de homogenización liberó fragmentos celulares y otras partículas de densidad similar a la del almidón que redujeron su pureza y el índice de blancura. Los ciclos de lavado y el tiempo de homogenización afectaron significativamente el rendimiento, sobre todo, el primer ciclo. Como era de esperar, la pureza y el índice de blancura disminuyeron con el aumento del tiempo y de los ciclos de lavado. Se observó un efecto más significativo del tiempo de homogenización que del método de separación de fases en cuanto al rendimiento, pero la pureza y el índice de blancura aumentaron significativamente con la centrifugación, lo cual sugiere que ésta promueve una sedimentación más selectiva de los fragmentos celulares. En base a los resultados obtenidos, se propone el agua como solvente de extracción para asegurar un proceso más limpio con rendimientos similares a la extracción alcalina y reductora, un tiempo de homogenización de 5 minutos que permitió una mayor liberación de almidón de la matriz del residuo, y un ciclo de lavado de la fase sólida retenida en el tamiz para aumentar el rendimiento. Por último, la separación de fases por centrifugación reduce el tiempo de operación y promueve la pureza del almidón. De esta manera, el rendimiento en almidón fue de 17 g / 100 g de residuo seco, con una pureza de 92 %, lo cual representa el 70 % del almidón total presente en el residuo de la elaboración de la horchata de chufa.

## Referencias

- Akonor, P. T., Tortoe, C., Oduro-Yeboah, C., Saka, E. A., & Ewool, J. (2019). Physicochemical, microstructural, and rheological characterization of tigernut (*Cyperus esculentus*) Starch. *International Journal of Food Science*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/3830651>
- Sánchez-Zapata, E., Fuentes-Zaragoza, E., Fernández-LÓPEZ, J., Esther Sendra, E. S., Navarro, C., & Pérez-ÁLVAREZ, J. A. (2009). Preparation of dietary fiber powder from tiger nut (*Cyperus esculentus*) milk (“horchata”) byproducts and its physicochemical properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(17), 7719–7725. <https://doi.org/10.1021/jf901687r>

## Agradecimientos:

Los autores agradecen a la Generalitat Valencia por financiar el Proyecto CIPROM/2021/071 para llevar a cabo esta investigación, así como al proyecto AGROALNEXT/2022/026. -

## Evaluación de fertilizantes fosfóricos orgánicos-minerales en base a compost bajo condiciones de invernadero

Valverde Vozmediano, L.<sup>1</sup>, Martínez Sabater E.<sup>1</sup>, Sánchez-Méndez, S.<sup>1</sup>, Orden, L.<sup>1,2</sup>, Mira Urios, M.A.<sup>1</sup>, Sáez-Tovar, J.A.<sup>1</sup>, Pérez-Murcia, M.D.<sup>1</sup>, Bustamante, M.A.<sup>1</sup>, Moral, R.<sup>1</sup>

1: Grupo GIAAMA, Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental CIAGRO Universidad Miguel Hernández de Elche. Crta. Beniel km 3,2 C.P. 03312 Orihuela.

e-mail: l.valverde@umh.es

2: EEA INTA Ascasubi, 8142, Ruta 3 Km 794, Hilario Ascasubi, Buenos Aires, Argentina.

**Palabras clave:** compost, fertilizante P, pellet orgánico-mineral, biodisponibilidad P, lechuga.

### Introducción

El uso inadecuado de los fertilizantes de fósforo (P) tradicionales, asociado a las prácticas agrícolas intensivas, ha provocado importantes problemas medioambientales como su acumulación en los suelos y la eutrofización de las aguas. Otro problema añadido es la dependencia de las reservas minerales de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, cuyo agotamiento se prevé en las próximas décadas. Por este motivo, es crucial la búsqueda de fuentes alternativas de P que permitan satisfacer la demanda de la industria de fertilizantes y que al mismo tiempo permitan el desarrollo de un nuevo modelo agrícola con prácticas más sostenibles, necesarias para hacer frente a los retos planteados por el cambio climático. Una de las vías que se está explorando es la recuperación de P a partir de distintos flujos residuales, para contribuir a la economía circular y la gestión de residuos. Actualmente, un mineral de P que se está recuperando a partir de flujos residuales es la estruvita (MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O) (Yesigat et al., 2022), que se caracteriza por ser un fertilizante de liberación lenta.

### Materiales y Métodos

Se utilizaron dos especies vegetales para el estudio: lechuga (*Lactuca sativa* var. baby leaf) y ryegrass (*Lolium perenne* var. belida), cultivadas en macetas con suelo franco-arcilloso (1500 g) de pH corregido 6,5 en condiciones controladas de producción bajo cubierta (T<sup>a</sup> 21°C, H<sup>a</sup> 60% y 12 h de iluminación artificial). Los tratamientos evaluados por triplicado (n= 30) fueron: i) fertilizante inorgánico convencional (IN, 15-15-15), fosfato monoamónico (MAP, 11-52-0), ii) harina de hueso (HH), iii) roca fosfórica (RF), iv) estruvita (STR), v) pellets compost-MAP (P-MAP), vi) pellets compost-HH (P-HH), vii) pellet compost-RF (P-RF), viii) pellet compost-STR (P-STR), ix) tratamiento control sin fertilizar (C). La caracterización química de los pellets realizada mediante análisis ICP-MS se muestra en la **Tabla 1**.

La fertilización se aplicó al momento de la siembra, en una dosis equivalente de 120 kg P ha<sup>-1</sup> y una aplicación de 200 kg N ha<sup>-1</sup> (suministrado en forma de KNO<sub>3</sub>, 13-0-46). En el ryegrass se realizaron tres cortes de la biomasa de cada maceta (Bauer et al., 2007), a los 13, 24 y 36 días, mientras que en el cultivo de lechuga, se realizó la cosecha a los 45 días.

Los parámetros evaluados al final del ensayo fueron el rendimiento en cada maceta (g biomasa materia fresca).

Las variables se analizaron con ANOVA y las diferencias se determinaron mediante la prueba LSD de Fisher ( $p < 0.05$ ) mediante software estadístico (Infostat, v.2020).

Tabla 1. Caracterización química de los pellets utilizados en el ensayo de fertilización.

Nutriente	P-MAP	P-RF	P-HH	P-STR
OC <sup>1</sup> (%)	34.4±0.3	33.4±1.01	58.7±0.9	39.9±0.8
N (g kg <sup>-1</sup> )	70.6±0.9	11.6±0.3	27.6±0.3	37.2±0.04
P (g kg <sup>-1</sup> )	103±5	64.5±2.1	45.7±9.2	182±2

S (g kg <sup>-1</sup> )	2.13±0.71	34±2	3.32±9.36	2123±0.3
K (g kg <sup>-1</sup> )	14.4±1.6	13.5±0.4	15.7±9.5	<0.01
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	19.8±2.1	163±1	115±10	5.23±2.75
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	2.2±0.4	23.8±1.9	4.1±10.5	2715±1
Na (g kg <sup>-1</sup> )	0.61±1.01	9.48±1.93	2.8±11.5	2.19±0.19
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	119±0.45	243±2	167±9	183±1
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	51.1±0.6	84.4±4.4	51.5±9.3	0.85±0.02
Fe (g kg <sup>-1</sup> )	1596±1	4808±1	1122±17	4173±2
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	133±7	388±1	160±11	271±1

<sup>1</sup>Carbono orgánico. P-MAP: pellet de fosfato monoamónico, P-RF: pellet de roca fosfórica, P-HH: pellet de harina de hueso, P-STR: pellet de estruvita. Los valores indican media ± EE (n = 3).

## Resultados

En el caso del ryegrass, se encontraron diferencias significativas en el rendimiento entre los tratamientos y el control, siendo los tratamientos MAP y STR, tanto en forma inorgánica como de forma pelletizada con compost (P-MAP y P-STR), los de mejor respuesta (**Fig. 1a**). Se pudo observar una disminución de la concentración de P en planta en los sucesivos cortes, indicando la mayor solubilización de P y la mayor absorción por las plantas en el primer estadio del ensayo, disminuyendo hacia cosecha.

En el caso de la lechuga, se observó que el rendimiento fue significativamente superior en el caso de los pellets orgánico-minerales P-MAP y P-STR (**Fig. 1b**). No se encontraron diferencias significativas en el desempeño de los fertilizantes minerales (IN, MAP y STR), que se diferenciaron significativamente de la fertilización orgánica (RF y HH).

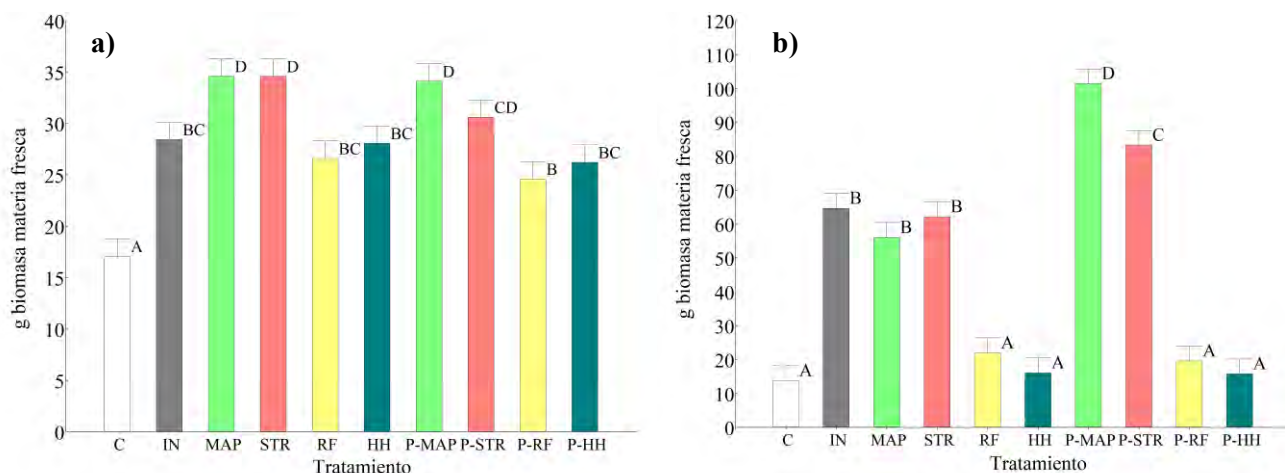


Figura 1. Comparación de rendimiento entre tratamientos (ANOVA, Test LSD Fisher): a) ryegrass y b) lechuga. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

## Conclusiones

Podemos concluir que MAP y STR y especialmente los pellets orgánico-minerales de MAP y STR son buenos candidatos para su uso como fertilizantes dados los buenos resultados de rendimiento y eficiencia de absorción de P. Estos datos plantean una alternativa con gran potencial frente al uso de fertilizantes fosfóricos convencionales.

## Agradecimientos

Este trabajo se incluye en el marco del Proyecto de investigación FERTILAB (PLEC2022-009252) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y la Unión Europea, Next Generation EU/PRTR, y apoyado por INVEST/2022/080 a través de un contrato de investigación al primer autor.

## Bibliografía

- Bauer, P. J., Szogi, A. A., & Vanotti, M. B. (2007). Agronomic effectiveness of calcium phosphate recovered from liquid swine manure. *Agronomy Journal*, 99(5), 1352–1356. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0354>
- Yesigat, A., Worku, A., Mekonnen, A., Bae, W., Feyisa, G. L., Gatew, S., Han, J. L., Liu, W., Wang, A., & Guadie, A. (2022). Phosphorus recovery as K-struvite from a waste stream: A review of influencing factors, advantages, disadvantages and challenges. *Environmental Research*, 214(P3), 114086. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114086>

## EVALUACIÓN DE LA UNIFORMIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN DE NUEVOS BIOFERTILIZANTES PELLETIZADOS CON UNA ABONADORA PENDULAR

**Silvia Sánchez-Méndez<sup>1</sup>, Luciano Orden<sup>1,2\*</sup>, Javier Andreu-Rodríguez<sup>1</sup>, Miguel Ángel Mira-Urios<sup>1</sup>, Jordi Llop<sup>3</sup>, Emilio Gil<sup>3</sup> y Raul Moral<sup>1</sup>.**

1: Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH),  
Universidad Miguel Hernández, Carretera de Beniel Km 3,2, Orihuela, Alicante, España 03312.  
e-mail: s.sanchezm@umh.es

2: Estación Experimental Agropecuaria INTA Ascasubi (EEA INTA Ascasubi). Ruta 3 Km 794, Hilario  
Ascasubi, Buenos Aires, Argentina, 8142.

3: Department of Agri-Food Engineering and Biotechnology (DEAB), Universitat Politècnica de  
Catalunya, Castelldefels, Barcelona, España 08860.

**Palabras clave:** distribución de fertilizante, pellet de compost, fertilizante orgánico-mineral.

### Introducción y objetivos:

El correcto manejo y aplicación de los fertilizantes son importantes a la hora de mejorar el rendimiento del cultivo y minimizar costes y pérdidas de nutrientes. Los fertilizantes orgánicos como los compost pueden tener problemas durante la distribución, debido a que es necesario gran cantidad de este fertilizante debido a su baja densidad y puede provocar problemas de emisión de polvo a la hora de la aplicación que puede afectar la salud de los operarios (Antille et al., 2015). La pelletización puede ser una alternativa factible al uso del compost, al aumentar su densidad y la concentración de nutrientes, se disminuyen los costes de distribución, aplicación y transporte y pueden ser aplicados sin problema con maquinaria convencional (Ferrari et al., 2022). Existen diferentes tipos de maquinaria a la hora de realizar la distribución de los fertilizantes, en cualquier caso, esta maquinaria tiene que calibrarse previamente a la aplicación según las condiciones de trabajo deseadas. En este trabajo se pretende evaluar la distribución de estos nuevos fertilizantes pelletizados a base de compost, con una máquina abonadora suspendida pendular utilizada en la agricultura convencional.

### Material y Métodos:

El ensayo se llevó a cabo en una parcela de trigo en las instalaciones de Agropolis-UPC (Villadecans, Barcelona) utilizando una abonadora suspendida pendular (SuperFlow PS 604-754, Vicon®). Se testeó la abonadora con dos tipos de pellets: i) pellet orgánico-mineral (OM), ii) pellet orgánico-orgánico (O) y iii) urea (U, 46-0-0) como fertilizante granulado de referencia comercial. Las principales características físicas de los pellets utilizados fueron: OM 24,1±4,7 mm, 6,1±0,2 mm, 0,59±0,003 g cm<sup>3</sup> y O 21,5±3,3 mm, 6,5±1,0 mm, 0,65±0,001 g cm<sup>3</sup> (largo, diámetro y densidad respectivamente). La aplicación se realizó por triplicado a una velocidad de 6 km h<sup>-1</sup>. Antes de aplicar se realizó la calibración de la maquinaria para los dos pellets (OM y O) y la urea (U) a 600 kg ha<sup>-1</sup> y 300 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, para simular una aplicación de 140 kg N ha<sup>-1</sup>. La distribución fue evaluada según la norma UNE-EN 13739-2:201, se colocaron cajas (0,25 m<sup>2</sup>) con 1 m de separación a lo largo del ancho de trabajo (10 m) y una caja en el centro. El fertilizante que se recolectó en cada caja se pesó individualmente para analizar la uniformidad de distribución y la distribución granulométrica de cada fertilizante. El coeficiente de variación se calculó solapando la curva de distribución transversal con el ancho de trabajo; la media y la desviación estándar de la tasa de aplicación solapada (Lawrence et al, 2006). Se realizó un análisis de

varianza (ANOVA) mediante la prueba de la diferencia mínima significativa (LSD Fisher) a  $p < 0,05$  para evaluar las diferencias entre los distintos tratamientos.

### Resultados y Conclusión:

Al comparar la curva de distribución (Fig. 1) obtenida con diferentes fertilizantes, no se identificaron diferencias ( $p > 0,05$ ;  $F$ -anova 1,37 ns), mostrando patrones triangulares de distribución. Por otra parte, el análisis de la uniformidad de la distribución, indica también diferencias no significativas entre tipos de abono ( $p > 0,05$ ;  $F$ -anova 1,52 ns) expresada como uniformidad de las curvas superpuestas.

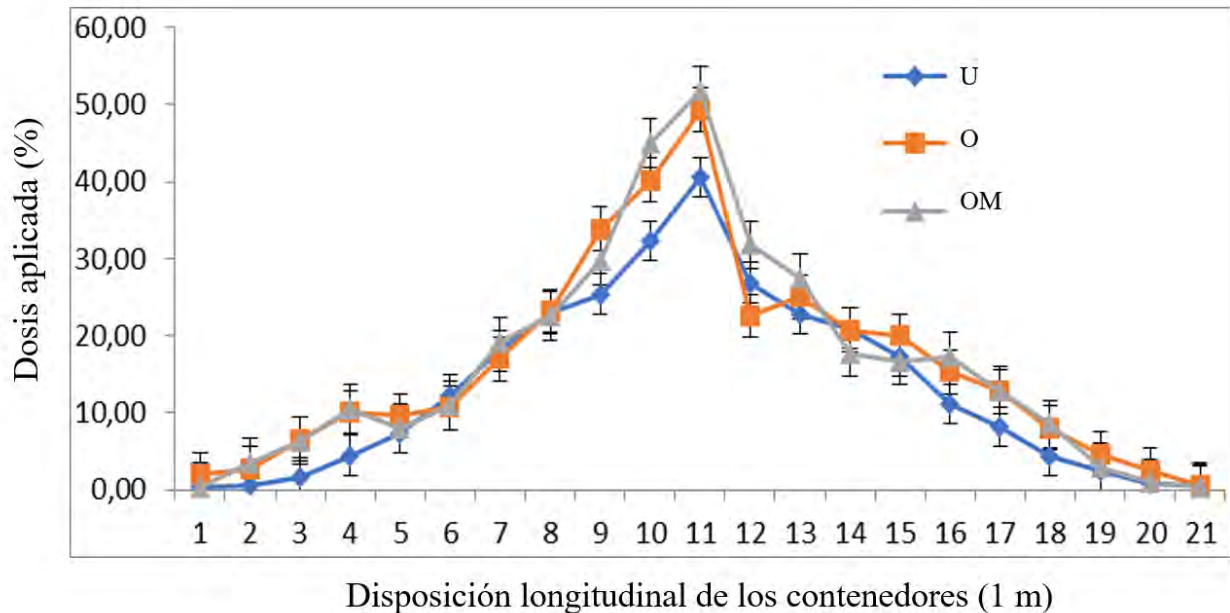


Figura 1. Patrón de distribución de las partículas de fertilizantes fuera del disco de distribución mecanizada.

En conclusión, la distribución de los pellets presenta tendencias similares de distribución a la urea en perfil transversal y en la homogeneidad de distribución. Estos resultados son prometedores para impulsar el uso de los fertilizantes pelletizados propuestos con maquinaria convencional como una alternativa para reducir la cantidad de fertilizante mineral sintético, cumpliendo los objetivos de la estrategia "de la granja a la mesa".

### Referencias

- Antille, D. L., Gallar, L., Miller, P. C. H., & Godwin, R. J. 2015. An investigation into the fertilizer particle dynamics off-the-disc. *Applied Engineering in Agriculture*, 31(1), 49–60.
- Ferrari J., Orden, L. Dagna N., Andreu Rodríguez, J. & Moral R. 2022. The effects of organic-mineral fertilizer application of barley crop in SW Buenos Aires (Argentina). *Revista de Ciências Agrárias*, 45(Especial 1): 1-5.
- Lawrence H. G., I. J. Yule & J. R. Jones. 2006. A statistical analysis of international test methods used for analysing spreader performance, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 49:4, 451-463.

### Agradecimientos:

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT /2022/016 y ha sido financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Generalitat Valenciana.

## CARACTERIZACIÓN Y VALORIZACIÓN DE FRACCIONES ACUOSAS OBTENIDAS DE SETAS DEL GÉNERO *PLEUROTUS*

Zaida Pérez-Bassart<sup>\*1</sup>, María José Fabra<sup>1,2</sup>, Antonio Martínez-Abad<sup>1,2</sup>, Amparo López-Rubio<sup>1,2</sup>

1: Food Safety and Preservation Department, Institute of Agrochemistry and Food Technology (IATA-CSIC), Valencia, Spain

e-mail: zaidape@iata.csic.es

2: Interdisciplinary Platform for Sustainable Plastics towards a Circular Economy- Spanish National Research Council (SusPlast-CSIC), Madrid, Spain

### Palabras clave

Setas, valorización, bioactividad, *Pleurotus*.

### Introducción y objetivo

El consumo de setas de los últimos años ha aumentado significativamente y, como consecuencia, ha aumentado también la producción de residuos que se generan en su procesado. Es por ello que resulta de gran interés llevar a cabo una valorización de estos residuos, ya que tienen un gran potencial para la extracción de compuestos bioactivos, como los  $\beta$ -glucanos. Se han reportado propiedades bioactivas muy interesantes para estos compuestos que vienen determinadas en muchos casos por su peso molecular y estructura. En trabajos previos hemos podido observar que a partir de algunos hongos del género *Pleurotus* se consiguen obtener fracciones ricas en  $\beta$ -glucanos y proteínas utilizando únicamente extracciones con agua caliente. En este trabajo se han realizado diferentes extracciones acuosas, que posteriormente se han ultrafiltrado según diferentes pesos moleculares y purificado mediante precipitación con etanol, con el fin de estudiar a fondo su composición y valorar sus posibles aplicaciones.

### Material y métodos

Las diferentes biomásas de setas utilizadas fueron: *Pleurotus citrinopileatus* (PC), *Pleurotus eryngii* (PE), *Pleurotus ostreatus* (PO) y *Pleurotus salmoneo* (PS). Para estudiar el contenido de las diferentes muestras y valorar su potencial bioactividad, se llevó a cabo una caracterización completa tanto de la materia de partida como de las diferentes fracciones acuosas obtenidas. Se llevaron a cabo extracciones acuosas con calor (100 °C) y en reflujo, de cada tipo de biomasa, con el fin de obtener extractos ricos en  $\beta$ -glucanos. En trabajos previos (Pérez-Bassart et al., 2023) se observó diferente actividad inmunorreguladora en ensayos celulares *in vitro* de muestras acuosas de diferentes *Pleurotus*, pero eran muestras muy heterogéneas, lo que complicó mucho su estudio y la determinación de los compuestos principalmente responsables de esta actividad. Con el fin de facilitar esta tarea, en este trabajo se separaron las muestras acuosas en diferentes fracciones y se eliminaron algunos compuestos de menor interés. Es por ello que, las fracciones acuosas obtenidas inicialmente por calor, se ultrafiltraron por un tamaño de poro de 1 KD, con el objetivo de eliminar las sales contenidas, obteniendo las fracciones \_AF. Para aumentar la pureza, por un lado, se purificaron por precipitación etanólica las fracciones anteriores, obteniendo así las muestras \_AF1p y, por otro lado, las fracciones \_AF se ultrafiltraron por 1 KD, seguidamente 10 KD y se purificaron también por precipitación etanólica, obteniendo así fracciones purificadas de mayor peso molecular \_AF10p (Figura 1). Se realizó un análisis proximal de todas las fracciones, mediante la determinación de lípidos por extracción con hexano en la biomasa inicial, también la de los principales azúcares en setas (incluyendo  $\beta$ -glucanos y quitina), mediante hidrólisis

ácidas y cuantificación por cromatografía líquida. Se determinó el contenido proteico mediante la diferencia entre el nitrógeno total (análisis elemental) y el nitrógeno procedente de la quitina y por último, el contenido en cenizas mediante análisis termogravimétrico (TGA).

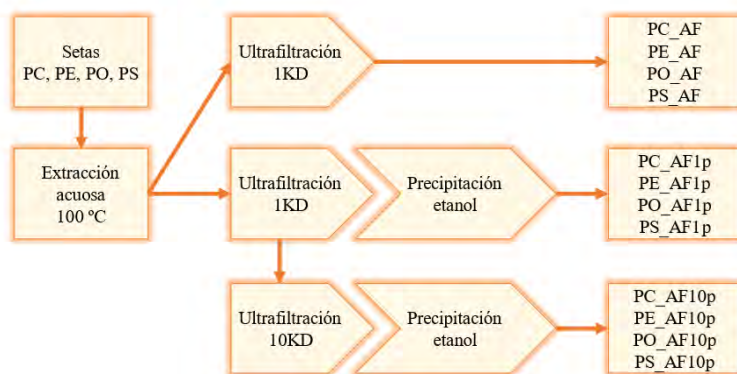


Figura 1. Esquema de extracción de las diferentes fracciones acuosas obtenidas.

### Resultados y conclusión

Los resultados mostraron, una biomasa inicial rica en carbohidratos y proteínas principalmente. Las especies con mayor contenido proteico resultaron ser *P. citrinopileatus* y *P. salmoneo*, mientras que las de mayor porcentaje en carbohidratos fueron *P. eryngii* y *P. ostreatus*, correspondiéndose también con el mayor contenido en  $\beta$ -glucanos (Tabla 1). Con los métodos de ultrafiltrado se consiguieron fracciones de diferente peso molecular, con gran potencial bioactivo, más puras en polisacáridos. Junto a la purificación por precipitación etanólica, se consiguieron eliminar prácticamente todas las sales de las fracciones, quedando fracciones más puras. En estas fracciones purificadas cabe destacar además del aumento en glucosa procedente de los  $\beta$ -glucanos, el aumento también de, principalmente, manosa y galactosa, correspondiente en su mayoría a los galactanos y manogalactanos característicos de las setas (Villares et al., 2012). Sería interesante analizar mediante RMN la estructura de las muestras más puras (\_AF1p y \_AF10p) y realizar ensayos *in vitro* para relacionar su composición y estructura de los betaglucanos con la bioactividad que puedan ofrecer.

Tabla 1. Caracterización composicional de la biomasa inicial de las diferentes *Pleurotus*.

Composition (dry wt. %)	PC	PE	PO	PS
Ash (%)	7.50±0.08 <sup>b</sup>	7.11±0.38 <sup>ab</sup>	6.25±0.1 <sup>a</sup>	7.34±0.56 <sup>b</sup>
Lipids (%)	1.35±0.08 <sup>a</sup>	1.58±0.02 <sup>b</sup>	2.53±0.13 <sup>d</sup>	2.16±0.11 <sup>c</sup>
Protein (%)	25.44±0.06 <sup>b</sup>	16.70±0.97 <sup>a</sup>	16.89±0.14 <sup>a</sup>	26.28±0.91 <sup>b</sup>
Carbohydrates (%) of which (g/100g dry basis)	45.92±4.05 <sup>a</sup>	62.74±13.14 <sup>b</sup>	64.17±9.57 <sup>b</sup>	49.81±5.02 <sup>a</sup>
<i><math>\beta</math>-glucans</i>	34.05±0.13 <sup>a</sup>	52.18±0.19 <sup>d</sup>	46.67±0.09 <sup>c</sup>	36.36±0.03 <sup>b</sup>

### Referencias

- Pérez-Bassart, Z., Bäuerl, C., Fabra, M. J., Martínez-Abad, A., Collado, M. C., & López-Rubio, A. (2023). Composition, structural properties and immunomodulatory activity of several aqueous *Pleurotus*  $\beta$ -glucan-rich extracts. *International Journal of Biological Macromolecules*, 253, 127255. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2023.127255>
- Villares, A., Mateo-Vivaracho, L., & Guillamón, E. (2012). Structural features and healthy properties of polysaccharides occurring in mushrooms. *Agriculture (Switzerland)*, 2(4), 452–471. <https://doi.org/10.3390/agriculture2040452>

### Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y ha sido financiado por el MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17·11) y por la Generalitat Valenciana. También se agradece la Acreditación como Centro de Excelencia Severo Ochoa CEX2021-001189-S financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.



# AGROALNEXT

2024