

## 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), llegando 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><br>(g)  | <b>Rendimiento</b><br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | <b>PH</b><br>(kg hL <sup>-1</sup> ) | <b>PB</b><br>(%) |
|--------------------|----------------------|--|-------------------------------------|------------------|
| <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.

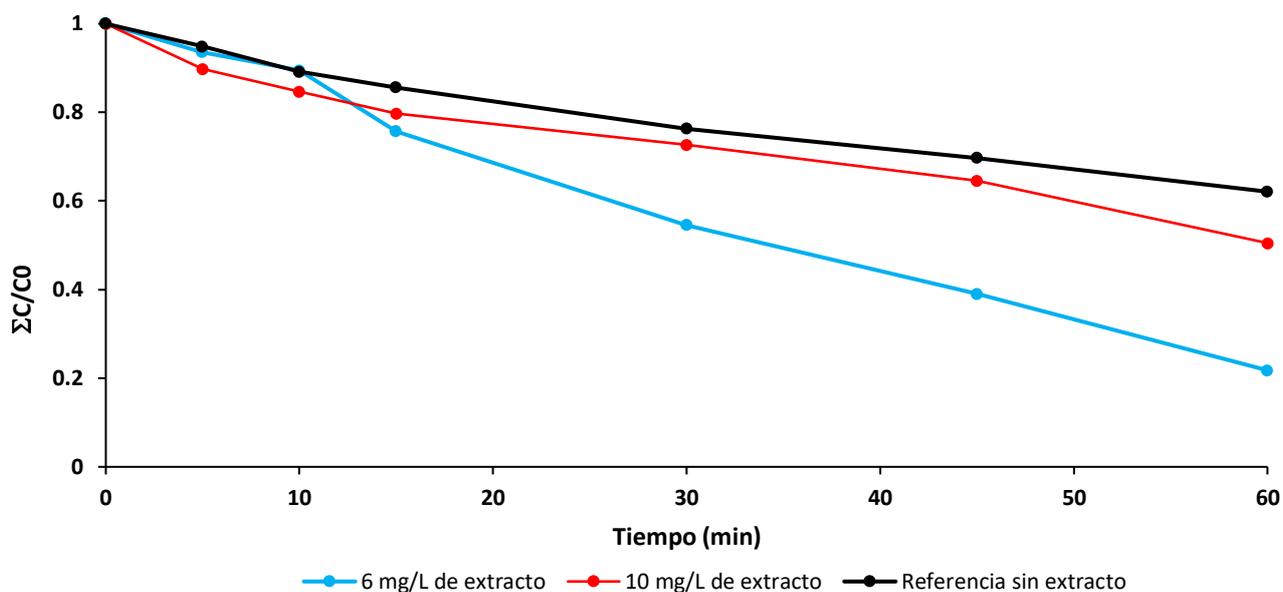
### Material y métodos

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 Valencia. 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%.

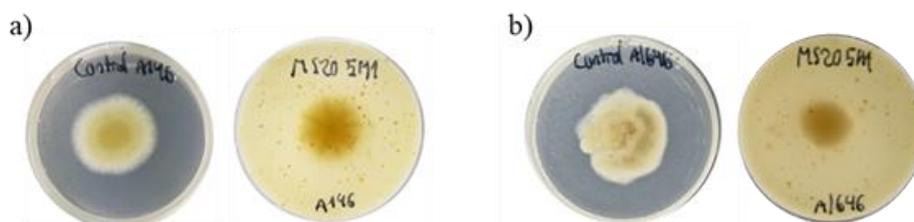


Figura 1. Ejemplo de la actividad antifúngica del extracto frente a *A. flavus* (a) y *P. commune* (b)

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.