

Debaryomyces hansenii, “Una levadura multipropósito”

FRANCISCO JAVIER RUIZ-CASTILLA¹, HELENA CHACÓN-NAVARRETE¹, CARLOS LUCENA², ALBERTO RAMÍREZ¹, ROCÍO LEÓN-SERRANO¹, FRANCISCO JAVIER ROMERA², JOSÉ RAMOS¹

¹Departamento de Química Agrícola, Edafología y Microbiología. Área de Microbiología. Universidad de Córdoba.

²Departamento de Agronomía, Área de Fisiología Vegetal, Universidad de Córdoba.

✉ mi1raruj@uco.es



Grupo BIO-202.

Nuestro grupo de investigación BIO-202 de la Universidad de Córdoba, cuenta con una sólida trayectoria en el estudio de la homeostasis catiónica y la tolerancia a estreses abióticos en levaduras. No obstante, estos últimos años hemos diversificado nuestras líneas de investigación hacia distintas aplicaciones de nuestra levadura estrella, *Debaryomyces hansenii*. Estas incluyen el uso de esta levadura en productos cárnicos y en plantas de interés agronómico, con el objetivo de aprovechar el enorme potencial biotecnológico de esta levadura.

1. Homeostasis iónica, halotolerancia y metabolismo

D. hansenii es una levadura osmo-, halo- y xerotolerante, reconocida por su notable capacidad de adaptarse a ambientes salinos (Breuer & Harms, 2006). Comprender los mecanismos que respaldan esta tolerancia es fundamental para avanzar tanto en el entendimiento de este microorganismo como en sus aplicaciones biotecnológicas futuras.

El sodio (NaCl) activa el ciclo del glioxilato en *D. hansenii*, un mecanismo metabólico que permite utilizar compuestos de dos átomos de carbono como fuente de energía y para sintetizar glucosa. Este ciclo es esencial para la homeostasis celular bajo estrés salino. En presencia de 0,5 M de NaCl, se incrementan los niveles de glioxilato y malato, mientras que el oxoglutarato disminuye. Estas modificaciones están relacionadas con el aumento de la actividad de las enzimas isocitrato liasa y malato sintasa, así como con una mayor expresión de los genes que las codifican.

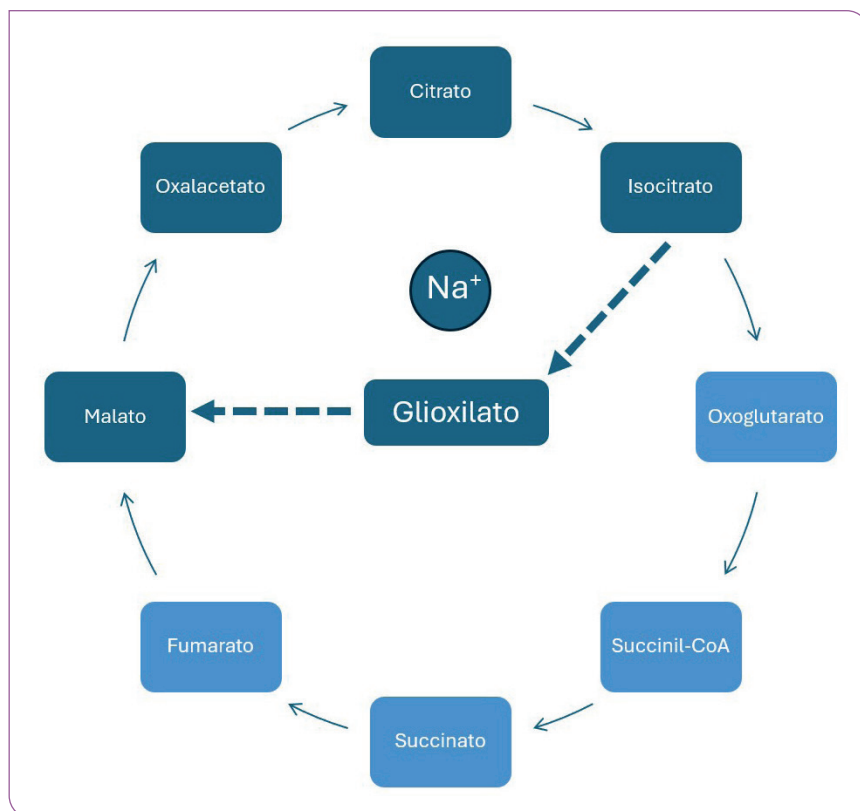


Figura 1. Dibujo esquemático de los efectos propuestos del NaCl en el ciclo del ácido glioxílico.

Por el contrario, el litio (LiCl) tiene efectos tóxicos incluso a bajas concentraciones (0,1 M). Este catión inhibe la acumulación de glicolato y malato, aumentando el oxoglutarato y la actividad de la isocitrato deshidrogenasa. Estos resultados evidencian que el litio no activa el ciclo del glioxilato, afectando negativamente la capacidad de *D. hansenii* para adaptarse a condiciones salinas (Figura 1) (Ruiz-Pérez *et al.*, 2023).

La activación del ciclo del glioxilato en presencia de sodio proporciona a *D. hansenii* una ventaja competitiva en ambientes salinos, permitiéndole utilizar fuentes de carbono alternativas y mantener su viabilidad. Mediante investigaciones futuras pretendemos esclarecer cómo este ciclo interactúa con otras rutas metabólicas y su relevancia en la capacidad de *D. hansenii* para enfrentar diferentes tipos de estrés.

2. Levadura como conservante natural en la industria cárnica

Desde la antigüedad, la conservación de alimentos ha sido una necesidad fundamental para la humanidad. Prolongar su

durabilidad ha permitido el desarrollo de sociedades al facilitar el almacenamiento y transporte de productos alimenticios. En particular, los productos cárnicos, por tratarse de alimentos perecederos, han requerido métodos de conservación fiables y efectivos. Inicialmente, la sal fue el principal conservante empleado, mientras que en la actualidad los nitritos desempeñan un papel crucial en la industria cárnica. Sin embargo, el uso prolongado y generalizado de conservantes químicos ha suscitado preocupaciones sobre sus posibles efectos negativos en la salud y el medio ambiente. Ante este panorama, la ciencia ha buscado alternativas naturales más sostenibles y seguras frente a los conservantes tradicionales, entre las cuales se encuentra el uso de microorganismos. Entre estas alternativas, *D. hansenii* ha emergido como una solución innovadora. Esta levadura, que se encuentra de forma natural en productos cárnicos curados, destaca por su capacidad para inhibir el crecimiento de mohos indeseados y preservar las propiedades sensoriales de la carne.

En nuestro grupo de investigación, hemos analizado diversas cepas de *D. hansenii*, identificando a la cepa LRC2 como una

de las más destacadas por su notable actividad antimicótica, convirtiéndose en una alternativa prometedora para la conservación de productos cárnicos (Chacón-Navarrete *et al.*, 2024). Nuestra investigación ha confirmado su eficacia en lomos curados ibéricos sometidos a condiciones de reducción de nitritos y sal. Las pruebas revelaron que esta levadura reduce significativamente la proliferación de mohos indeseados en el producto. En particular, en las pruebas realizadas con lomos curados ibéricos, los lotes que fueron tratados con LRC2 presentaron una menor proliferación de mohos en comparación con los lotes que no fueron inoculados, validando su eficacia como un conservante natural y sostenible (Figura 2).

Además, *D. hansenii* LRC2 no solo protege contra mohos, sino que también contribuye a mantener la calidad sensorial de los productos. Hemos realizado diversas catas donde se han evaluado parámetros como sabor, aroma y textura en productos tratados y no tratados con la levadura. Los resultados obtenidos indicaron que los productos inoculados mantuvieron características organolépticas comparables a las de los lotes sin tratamiento, destacando que la levadura no compromete la calidad del producto, incluso en condiciones de reducción de conservantes químicos.

3. Aplicaciones de levaduras en sistemas agrícolas

En un contexto donde la búsqueda de prácticas agrícolas más sostenibles es una prioridad global, el uso de microorganismos capaces de optimizar la disponibilidad de nutrientes en los cultivos se presenta como una alternativa prometedora para reducir la dependencia de fertilizantes químicos.

Nuestro grupo, en colaboración con el departamento de agronomía, ha liderado investigaciones sobre el papel de estas levaduras en cultivos como tomate y pepino. Los estudios revelan que estas levaduras no solo favorecen la solubilización y disponibilidad de nutrientes, sino que también potencian el crecimiento de las plantas bajo estrés nutricional y adelantan la floración (Figura 3). La inoculación con *D. hansenii* incrementa la actividad de la reductasa de Fe³⁺, promueve el desarrollo de pelos



Figura 2. Conteo de mohos y levaduras en aislamientos a partir de lomo ibérico. Izquierda: Inoculado con *D. hansenii*, Derecha: Sin inocular.

radiculares y regula la sobreexpresión de genes clave relacionados con la absorción de hierro (*FRO1*, *IRT1*), mejorando significativamente el crecimiento de las plantas en suelos calcáreos (Lucena et al., 2021; Sevillano-Caño et al., 2024). Además, estas levaduras son capaces de inducir resistencia sistémica (ISR) mediante la activación de vías hormonales asociadas al etileno y al ácido salicílico, lo que aumenta la tolerancia de las plantas frente a patógenos (Sevillano-Caño et al., 2024).

Resultados preliminares de nuestro equipo de investigación han mostrado que estos microorganismos ofrecen beneficios adicionales, ya que actúan como agentes de control biológico (ACBs) frente a microorganismos fitopatógenos. El rápido crecimiento de las levaduras y su alta capacidad de adaptación a condiciones extremas, hace de ellas unas candidatas ideales para aplicaciones agrícolas sostenibles de cara a paliar estrés nutricionales y bióticos causados por patógenos (Lucena et al., 2021; Sevillano-Caño et al., 2024).

4. *Debaryomyces hansenii* como agente probiótico

Además de las aplicaciones previamente descritas, en los últimos años *D. hansenii* ha despertado nuestro interés por su potencial como agente probiótico. La capacidad de esta levadura para adaptarse a entornos con alta salinidad y su resistencia a condiciones adversas la convierten en una potencial candidata para sobrevivir en el

tracto gastrointestinal. Estudios recientes sugieren que *D. hansenii* puede contribuir al equilibrio de la microbiota intestinal o incluso modular la respuesta inmune (Angulo et al., 2020; Angulo et al., 2023; Sanahuja et al., 2023) y, en ese sentido, estamos interesados en evaluar su eficacia como probiótico y su potencial aplicación en la mejora de la salud.

Referencias

Angulo M, Ramos A, Reyes-Becerril M, Guerra K, Monreal-Escalante E, y Angulo, C. (2023). Probiotic *Debaryomyces hansenii* CBS 8339 yeast enhanced immune responses in mice. *Biotech* 13(1): 28.

Angulo M, Reyes-Becerril M, Medina-Córdova N, Tovar-Ramírez D, y Angulo, C. (2020). Probiotic and nutritional effects of *Debaryomyces hansenii* on animals. *Appl Microbiol Biotechnol* 104(18): 7689–7699.

Breuer U, y Harms H. (2006). *Debaryomyces hansenii*—An extremophilic yeast with biotechnological potential. *Yeast* 23(6): 415–437.

Lucena C, Alcalá-Jiménez MT, Romera FJ y Ramos J. (2021). Several Yeast Species Induce Iron Deficiency Responses in Cucumber Plants (*Cucumis sativus* L.). *Microorganisms* 9(12): 2603.

Ruiz-Pérez FS, Ruiz-Castilla FJ, Leal C, Martínez JL y Ramos J. (2023). Sodium



Figura 3. Plantas de tomate crecidas en macetas con suelo de cultivo en condiciones de umbráculo. De izquierda a derecha: planta control y planta inoculada con *D. hansenii* mediante riego.

and lithium exert differential effects on the central carbon metabolism of *Debaryomyces hansenii* through the glyoxylate shunt regulation. *Yeast* 40(7): 265–275.

Sanahuja I, Ruiz A, Firmino JP, Reyes-López FE, Ortiz-Delgado JB, Vallejos-Vidal E, Tort, L, Tovar-Ramírez D, Cerezo IM, Morínigo MA, Sarasquete C, y Gisbert E. (2023). *Debaryomyces hansenii* supplementation in low fish meal diets promotes growth, modulates microbiota and enhances intestinal condition in juvenile marine fish. *J Anim Sci Biotechnol* 14(1): 90.

Chacón-Navarrete H, Gómez M, Cardador MJ, Salatti-Dorado JA, Pérez-Cacho PR, Roldán-Casas JA, Arce L, Galán-Soldevilla H, López B, Ramos J y Ruiz-Castilla FJ. (2024). The antimycotic potential of *Debaryomyces hansenii* LRC2 on Iberian Pork Loins with low concentration preservatives. *Food Control* 165: 110632.

Sevillano-Caño J, García MJ, Córdoba-Galván C, Luque-Cruz C, Agustí-Brisach C, Lucena C, Ramos J, Pérez-Vicente R y Romera, F. J. (2024). Exploring the Role of *Debaryomyces hansenii* as Biofertilizer in Iron-Deficient Environments to Enhance Plant Nutrition and Crop Production Sustainability. *Int J Mol Sci* 25(11): 5729.