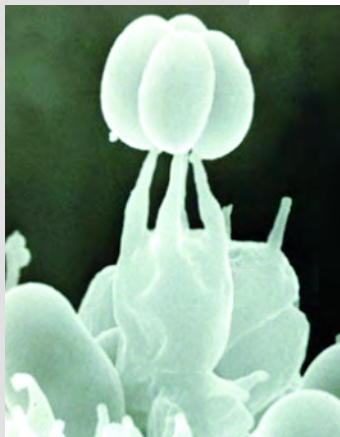


## LEVADURAS MARINAS



A



B

A pesar de que han acompañado al hombre desde que éste se hizo sedentario y empezó a utilizarlas para la elaboración del pan, quesos y bebidas alcohólicas, el estudio de las levaduras se inició de manera formal en la segunda mitad del siglo XIX, con el trabajo de Pasteur sobre la fermentación. Hacia 1830 se reconocía que la fermentación era resultado de la actividad de organismos vivos, aunque el debate perduró más allá de 1859, cuando Pasteur realizó los primeros experimentos que demostraban la existencia de las levaduras y su participación en los procesos de fermentación.

Las levaduras son hongos unicelulares de forma oval que se reproducen por gemación o fisión. La gemación se manifiesta como un brote en la superficie de la cual deriva una nueva célula que eventualmente se separa de la madre; la fi-

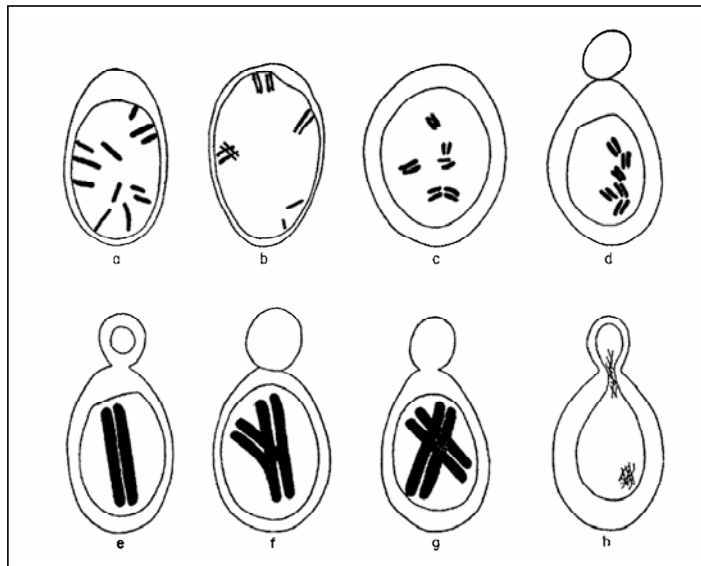
sión se refiere a la división de la célula madre en dos células hijas. Mientras que muchas especies de levaduras son siempre unicelulares, otras son dimórficas o bifásicas, es decir, pueden crecer como micelio en condiciones ambientales apropiadas de nutrientes o temperatura. Este grupo de microorganismos está incluido taxonómicamente en la división Eumicota y, dadas sus características de reproducción sexual, se pueden ubicar en tres subdivisiones: Ascomycotina, que comprende levaduras que pueden formar esporas contenidas dentro de una ascas (Fig. A); Basidiomycotina, en donde los representantes forman esporas externas localizadas sobre basidios o esterigmas (Fig. B), y, finalmente, el grupo Deuteromycotina, en donde se encuentran todas aquellas levaduras que no presentan una fase sexual en su ciclo de vida y se reproducen por fisión o gemación.

Las levaduras tienen una amplia distribución y han sido aisladas de diferentes hábitats, desde los tundras hasta los desiertos, incluyendo los ambientes marinos. Sobre el origen de las levaduras marinas se puede especular que la erosión es uno de los vehículos por los cuales los cuerpos de agua (ríos, lagos y regiones marinas costeras) obtienen poblaciones de dichos organismos. Es decir, con las precipitaciones pluviales y corrientes superficiales las levaduras originalmente terrestres son transportadas a los ambientes acuáticos. Su sobrevivencia en el mar y en cuerpos de agua dulce está determinada por su capacidad de adaptación en dichas condiciones. No obstante, recientemente se ha reconocido que las levaduras pueden también originarse de la fauna y flora acuática características de estos ambientes, incluyendo el plancton de los océanos. En los últimos

Los ascomicetos y basidiomicetos se distinguen por sus formas de reproducción. Las ascas (A) son tubos cilíndricos o en forma de bolsa que contienen las esporas que luego son expulsadas al aire. Los basidios (B) son formaciones o prolongaciones extracelulares que dan origen a las esporas.

Reproducidas con autorización del Prof. C. Mims <[www.bsu.edu/classes/ruch/msa/mims.html](http://www.bsu.edu/classes/ruch/msa/mims.html)>

## Las levaduras marinas pueden ser utilizadas como indicadores del impacto ambiental asociado a zonas costeras



### Reproducción asexual (mitótica) de las levaduras.

Dibujo elaborado por Lindgren en 1946, en Barnett y Robinow (2002)

40 años se han reunido pruebas suficientes para establecer que las levaduras que han sido aisladas del medio ambiente marino son parte constitutiva de la población microbiana marina, por lo que se les puede considerar como auténticas "levaduras marinas". En ellas se incluye a todas las levaduras y hongos levaduriformes que son capaces de constituir y perpetuar poblaciones en el medio marino, o cuya reproducción y crecimiento ocurre preferentemente en el mar o en condiciones óptimas a las concentraciones normales de sales en el mar, entre 2.4 y 4.0% de cloruro de sodio.

Es un hecho que las levaduras marinas pueden utilizarse como indicadores del impacto ambiental asociado a zonas costeras, en virtud de requerir materia orgánica para su desarrollo. Es decir, las levaduras marinas son más abundantes en zonas contaminadas. Algunas pueden

ser patógenas para diversos organismos marinos porque, al igual que la levadura *Candida albicans*, de importancia clínica en humanos, las levaduras marinas pueden producir infecciones (candidiasis) y ser tóxicas para peces, crustáceos, bivalvos, aves y mamíferos marinos; por tanto, la introducción de técnicas apropiadas de detección, identificación y diagnóstico es necesaria.

Por otro lado, también es posible considerar el aprovechamiento de las levaduras marinas para la obtención de nuevos productos farmacológicos como vitaminas, enzimas terapéuticas (superóxido-dismutasa como anti-inflamatorio) y su uso en la producción de proteína unicelular para la formulación de dietas para acuicultura e incluso complementos alimenticios para animales de granja y humanos. Todos estos productos, obtenidos mediante la fermentación, representan una gran oportunidad para el desa-

rrollo de nuevos procesos industriales que utilicen el agua de mar como solvente, ya que, como sabemos, las técnicas actuales para el cultivo de levaduras emplean el agua destilada como solvente.

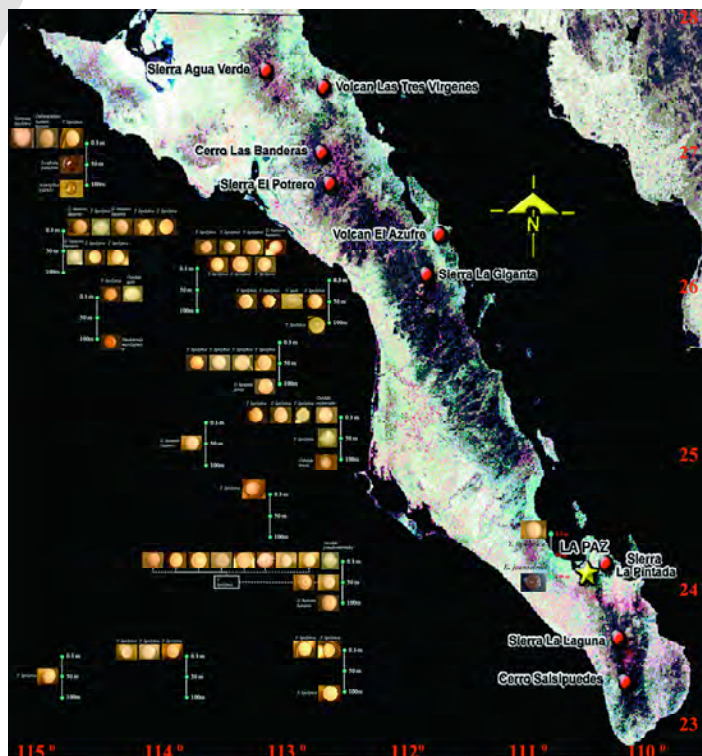
En la experiencia que hemos ido adquiriendo en el cultivo de levaduras marinas en el Cinbor nos hemos percatado de que el agua marina presenta ventajas adicionales al restringir el crecimiento de microorganismos contaminantes durante la fermentación, traduciéndose en ahorro en los requerimientos de asepsia y condiciones de esterilidad de dichos procesos.

En este contexto, el interés por conocer y evaluar los recursos marinos en Baja California Sur motivó el arranque de una serie de muestreos para aislar y caracterizar levaduras del medio marino. Del crucero realizado en 1986 a bordo del buque oceanográfico *El Puma* en la costa occidental de Baja California Sur, se consiguió el aislamiento de 240 cepas de 98 distintas estaciones de muestreo a diferentes profundidades, algunas de estas cepas formaron parte, años después, de la primera colección de levaduras marinas para la obtención de nuevos productos farmacológicos como vitaminas, enzimas terapéuticas (superóxido-dismutasa como anti-inflamatorio) y su uso en la producción de proteína unicelular para la formulación de dietas para acuicultura e incluso complementos alimenticios para animales de granja y humanos. Todos estos productos, obtenidos mediante la fermentación, representan una gran oportunidad para el desa-

Es interesante resaltar la diversidad y número de especies de levaduras marinas cercanas a la costa respecto a las más alejadas del litoral. Aunque esta observación de ninguna manera es concluyente, podemos afirmar que la existencia de levaduras marinas en el litoral mexicano es un hecho y su trascendencia o función ecológica conti-

núa siendo un misterio. La distribución de las levaduras en el ámbito marino obedece a condiciones geográficas e hidrológicas especiales y frecuentemente, como se señaló antes, suelen encontrarse en áreas asociadas a nutrientes. En general, la densidad y diversidad de las levaduras tiende a disminuir hacia mar abierto y a profundidades considerables (> 100 m). Hacia finales de los años setenta se había aislado un total de 177 especies de levaduras de sedimentos, plantas, animales, detritus y agua de mar en todo el mundo. La lista no ha crecido mucho desde entonces pues el esfuerzo, más que el aislamiento de nuevos organismos, se ha orientado a determinar sus propiedades. Muchas de las levaduras aisladas del medio marino son realmente de origen terrestre, muestran cierta capacidad halotolerante y, por tanto, pueden desarrollarse en el mar.

Es conveniente señalar que el trabajo para la conformación de una Colección de Levaduras Marinas de México verdaderamente representativa apenas comienza. La actual colección, que alberga 64 especímenes de una zona prácticamente libre de actividad humana, debe ser complementada con aislamientos del resto del litoral de nuestro país. La biodiversidad microbiana marina debe ser considerada un elemento adicional en nuestra riqueza natural. A medida que nos percatemos de su existencia podremos tal vez llegar a comprender su función y desempeño en el grandioso escenario que nos ofrece la naturaleza.



## Referencias

- Barnett, J.A., y C.F. Robinow. 2002. A History of research on yeast. 4. Cytology, Part I, 1890-1950. *Yeast* 19:151-182.
- Pontón San Emeterio, J., M.D. Moragues, J. Gené, J. Guarro y G. Quindós. 2002. Hongos y actinomicetos alergénicos. *Revista Iberoamericana de Micología / Asociación Española de Micología*, Bilbao.
- Fell, W.J., y N. van Uden. 1963. *Yeast in marine environments*. Symposium on Marine Microbiology (C.H. Oppenheimer, ed.), Thomas, Springfield, pp. 167-198.
- Hernández-Saavedra, N.Y., D. Hernández-Saavedra y J.L. Ochoa. 1992. Distribution of *Sporobolomyces* (Kluyver et van Niel) genus in the Westemcoast of Baja California Sur, Mexico. *System. Appl. Microbiol.* 15:319-322.
- Hernández-Saavedra, N.Y., D. Hernández-Saavedra y J.L. Ochoa. 1995. Factors affecting the distribution of the genus *Candida* (Berkhout) along the west coast of Baja California Sur, Mexico. *System. Appl. Microbiol.* 18:109-112.
- Kohlmeyer, E., y J. Kohlmeyer. 1979. *Marine micology. The higher fungi*. Academic Press, Nueva York, pp. 556-606.
- Kurtzman, C.P., y J.W. Fell. 1999. *The yeast, a taxonomic study*. 4a. ed., Elsevier, Amsterdam, pp. 1055.
- Kurtzman, C.P., y C.J. Robnett. 1998. Identification and phylogeny of ascomycetes yeast from analysis of nuclear large subunit (26S) ribosomal DNA partial sequences. *Antonie van Leeuwenhoek* 73:331-371.
- Martínez, J. 1989. Manual del 3er. Curso Internacional Tópicos de Taxonomía, Genética y Conservación de Levaduras y su Aplicación Biotecnológica. Cinvestav-IPN, México, pp. 5-24.
- Van der Walt, J.P., y J.P. Yarow. 1983. Methods for the isolation, maintenance, classification and identification of yeast (pp. 1-101). En J. Looder y N.J.W. Kregger van Rij (eds.), *The Yeast. A taxonomic study*. 3a. ed., Elsevier, Amsterdam.

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Apdo. Postal 128, 23000 La Paz, BCS, México. <jlochoa@cibnor.mx>

<sup>2</sup> Colección Microbiana y de Cultivos Celulares Cinvestav-IPN.

Distribución geográfica de los aislamientos de levaduras marinas realizados en la costa occidental de Baja California Sur. Las coordenadas indican los diferentes sitios de aislamiento y las imágenes los tipos de levaduras aisladas en cada sitio.