

Los microorganismos marinos y su aprovechamiento

Conservación y aprovechamiento de los microorganismos marinos: contribución de los mares al desarrollo económico nacional

Kevin Guerra, Martha Reyes, Crystal Guluarte, Miriam Angulo, Verónica Sánchez, Perla Ginera, Karen Delgado, Gregorio Rodríguez, Abel Ramos, Bryan Licona, Dante Gijón, Elizabeth Monreal, Luis Hernández-Adame, Carlos Angulo*.

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), S.C. eangulo@cibnor.mx

Resumen: En México, la conservación de recursos microbianos marinos y en especial de ambientes extremos han sido poco estudiados. Este proyecto se enfocó en la preservación y aprovechamiento de microorganismos marinos como insumos biotecnológicos innovadores y competitivos para mejorar la producción de alimentos del país. Se logró identificar a microorganismos aislados de ambientes marinos (620 bacterias, 23 hongos, 4 levaduras, 2 microalgas y 2 cianobacterias) con propiedades antimicrobianas, probióticas y/o inmunostimulantes para plantas y animales de importancia en la producción de alimentos.

Palabras clave: ambientes marinos, ambientes extremos, inmunostimulantes, antimicrobianos, microorganismos.

Abstract: In Mexico, the conservation of marine microbial resources, especially in extreme environments, has been little studied. This project focused on marine microorganism preservation

producción agrícola, pecuaria y acuícola de México.

Objetivos. El objetivo del proyecto es preservar y aprovechar microorganismos marinos de ambientes extremos del Golfo de California (Bahía Concepción) y del Océano Pacífico (Laguna Ojo de Liebre) para mejorar la salud en sistemas de producción pecuaria, acuícola y agrícola en México mediante el control de patógenos importantes.

Materiales y Métodos. Con el fin de ampliar las colecciones microbianas de ambientes marinos extremos de la región, se realizaron muestreos programados (2015 y 2016) para la búsqueda de microorganismos (1) en los vasos concentradores de salmueras (4 - 37% salinidad) de la Salinera "Exportadora de Sal" (Océano Pacífico, Guerrero Negro, BCS) y (2) en las ventilas hidrotermales del Volcán de las Tres Virgenes en Bahía Concepción (temperaturas de hasta 55°C) (Golfo de California, BCS, México). A partir de las muestras recolectadas, se llevó a cabo el aislamiento en los medios selectivos para microorganismos (bacterias, levaduras, hongos, microalgas y fagos). Los microorganismos aislados se criopreservaron a -80°C como aislamientos primarios.

Posteriormente, se evaluó *in vitro* el

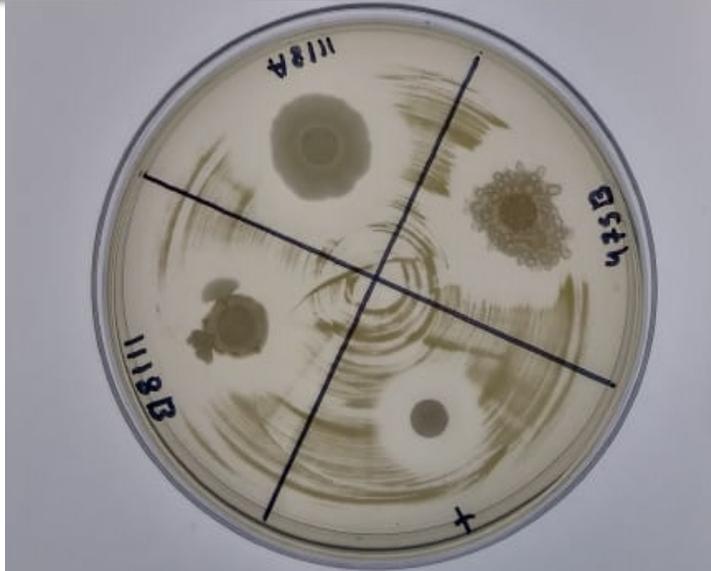


Fig. 2. Actividad antimicrobiana *in vitro* de bacterias marinas aisladas de ambientes extremos de la Península de Baja California (zona sur) contra *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm), el agente causal del cáncer bacteriano en plantas de tomate.

Agaricostilbaceae (*Sterigmatomyces halophilus*) y Saccharomycetaceae (*Kluyveromyces lactis*). Además, el CIBNOR ya cuenta con cepas de *Debaryomyces hansenii* (Saccharomycetaceae) que también se evaluaron.

Para el sector pecuario, las levaduras *D. hansenii* y *Y. lipolytica* o sus glucanos (substancias que forman la pared de las levaduras) estimularon respuestas inmunes en caprinos, lo que promovió un aumento en la resistencia contra la infección por *E. coli* (el agente causal de la colibacilosis). La estimulación de leucocitos de sangre periférica de caprinos con *D. hansenii* CBS 8339 aumentó significativamente la viabilidad celular (50%) después del reto patogénico con *E. coli* respecto al control (19.6%). Además, se observó un aumento del 34.7% y 30.8% ($p < 0.05$) en la viabilidad de leucocitos estimulados con los β -glucanos de las cepas *D. hansenii* CBS 8339 y *Y. lipolytica* N6, respectivamente, después del reto con el patógeno comparando con el control (19.7%).

Para el sector acuícola, en postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei* se observó una protección del 92% (supervivencia) contra el reto con *V. parahaemolyticus* por la administración oral de *Y. lipolytica* y *D. hansenii*. En peces (Huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru*), la estimulación de células del sistema inmune con *Y. lipolytica* aumentó la protección (viabilidad celular, 27%) y disminuyó (14-25%) de la carga de *V. parahaemolyticus*. Además, en el pez Dorada (*Sparus aurata*), la suplementación con *S. halophilus*, en dosis 0.55% y 1.1% de la dieta, redujo significativamente los daños histopatológicos en intestino e hígado comparado con el grupo control después del reto con *V. parahaemolyticus*. De la misma manera, la suplementación con *K. lactis* en la dorada aumentó la viabilidad de células del sistema inmune en un 95% después del reto con *V. parahaemolyticus* comparado con el grupo sin suplementación. Por otro lado, la estimulación de células del sistema inmune del Huachinango con β -glucano aislado de *S. halophilus* protegió el 90% de las células frente al reto con el patógeno *Aeromonas hydrophila*.

Para el sector agrícola, la levadura *D. hansenii* controló el crecimiento y la producción de toxinas de hongos fitopatógenos en el grano de maíz destinado a la alimentación animal y humana. Esta levadura casi inhibió (97.2 - 98.3%) el crecimiento de *Aspergillus* sp, *F. proliferatum* y *F. subglutinans*. Además, su administración redujo la producción de fumonisinas de *F. subglutinans* en un 59.8% sin afectar la composición nutritiva del grano de maíz.

Por otra parte, con bacterias aisladas de ambientes marinos, se seleccionaron 100 cepas para evaluar la inducción de resistencia en plantas

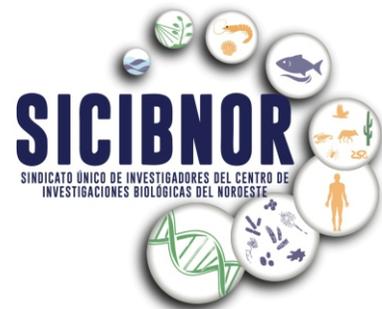
de tomate contra la bacteria patógena *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm). Cinco bacterias del género *Bacillus* y *Ochrobactrum* lograron reducir hasta en un 80% la aparición de signos de daño por Cmm en plántulas de tomate (Figura 2).

Finalmente, las pruebas de citotoxicidad ó bioseguridad indicaron que los microorganismos y sus glucanos utilizados son inocuos (viabilidad celular 80-100%) a las dosis evaluadas, siendo una de las pruebas fundamentales para que puedan ser utilizados en cualquier sector productivo. En conclusión, el proyecto ha permitido (1) la identificación de microorganismos aislados de ambientes marinos con propiedades antimicrobianas, probióticas e inmunostimulantes para plantas y animales de importancia productiva; (2) el acercamiento con empresas y la solicitud de una patente; y (3) sentar las bases para futuros proyectos de aprovechamiento de microorganismos aislados de ambientes marinos de Baja California Sur para el combate de patógenos que afecta la producción de alimentos.

Impacto socioeconómico: La información generada ha contribuido a la conservación de microorganismos marinos de nuestro país y su aprovechamiento como biotecnologías innovadoras. Lo anterior, ha contribuido en la atención de la necesidad nacional de alternativas para generar crecimiento socioeconómico a través de la producción segura de alimentos de origen agrícola, pecuario y acuícola.

Agradecimientos
A todos los estudiantes, técnicos e investigadores de instituciones de México y de España por su colaboración dentro del proyecto. Al CONACYT por el financiamiento del proyecto PDCPN2014-01/248033.

Contacto PCTI: hnolasco2008@hotmail PCTI:



El autor de correspondencia es miembro del Sindicato Único de Investigadores del CIBNOR.

Bacteria **Levadura** **Hongo** **Microalga**

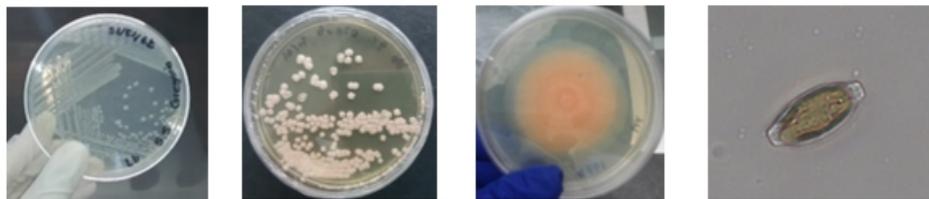


Figura 1. Microorganismos aislados de ambientes extremos de la Península de Baja California (BCS) para su aprovechamiento biotecnológico en sistemas de producción pecuaria, acuícola y agrícola.

and exploitation as innovative and competitive biotechnological inputs to improve the country's food production. It was possible to identify microorganisms isolated from marine environments (620 bacteria, 23 fungi, 4 yeasts, 2 microalgae and 2 cyanobacteria) with antimicrobial, probiotic and/or immunostimulant properties for plants and animals of importance in food production. **Keywords:** marine environments, extreme environments, immunostimulants, antimicrobials, microorganisms.

Área 6: Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

Introducción: En México, aún son limitados los esfuerzos orientados a la protección, conservación y sobretodo al aprovechamiento de los microorganismos marinos para resolver problemas importantes en la producción segura de alimentos y la generación de riqueza. En la Península de Baja California, ha existido una fuerte actividad de conservación y aprovechamiento de los recursos naturales por parte de la sociedad, gobierno y científicos. Sin embargo, a pesar de tener la mayor extensión de litoral del país, los esfuerzos para la búsqueda y aprovechamiento de microorganismos marinos han sido escasos, en especial en los ambientes considerados "Extremos". Por lo tanto, este proyecto se orientó en conservar este tipo de recursos y aprovecharlos como insumo biotecnológico innovador y competitivo para mejorar la producción de alimentos seguros de origen agrícola, pecuario y acuícola del país. Los principales usuarios y beneficiarios del proyecto son los Sistemas de

potencial de los microorganismos aislados como productores de compuestos antimicrobianos, inmunostimulantes y promotores del crecimiento. Las pruebas realizadas *in vitro* fueron rápidas y directas, lo que permitió tamizar las actividades biológicas para la selección de cepas con mayor potencial para ser evaluadas en modelos animales (caprinos, peces y camarones) y vegetales (plantas). Para la evaluación *in vivo* se utilizó el modelo de infección empleando *Escherichia coli* (Agente causal de colibacilosis en caprinos neonatos), *Vibrio parahaemolyticus* (agente causal de vibriosis en cultivos de peces y camarones, y gastroenteritis en humanos) y *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (agente causal del cáncer bacteriano en tomate).

Con base en los análisis anteriores, los microorganismos fueron identificados. Adicionalmente, la citotoxicidad ó bioseguridad de los microorganismos y/o sus biomoléculas se analizó en leucocitos de ratón, caprino y pez. De todos los resultados del proyecto, se desarrollaron experimentos vinculados con una empresa del sector acuícola.

Resultados y Discusión: Como primer resultado relevante, la colección de microorganismos marinos de CIBNOR se amplió a 620 cepas de bacterias, 4 levaduras, 2 microalgas, 2 cianobacterias y 23 hongos marinos (Figura 1).

Otros resultados relevantes incluyen el efecto de levaduras sobre la salud animal y la resistencia hacia patógenos en animales y plantas. Las levaduras aisladas pertenecen a la familia Dipodascaceae (*Yarrowia lipolytica*),