

# Taller Internacional sobre Biodiversidad Microbiana en Ambientes Desérticos

## Último Anuncio

“Extremófilos, biodiversidad, fisiología, bioquímica, biología molecular, ecología y biotecnología”

**2019**  
**Noviembre**  
**21 - 22 - 23**  
**Cuernavaca, Morelos**  
**México**

Campus Norte - UAEM

### Envío Resúmenes

Antes de 15 Noviembre

### Costos

Estudiantes \$1000 MN

Investigadores \$2500 MN

### Conferencias

Dr. Andrés Yarzabal - Venezuela  
Dr. Ma. E. Farías - Argentina  
Dr. Benito Gómez - Chile  
Dr. Benjamin Otto - México  
Dra. Sara Cuadros - Brasil  
Dr. Nicomedes Valenzuela - Chile  
Dr. Rafael Navarro - México

### Comité Organizador

Dra. Sara Cuadros - Chile  
Dr. Benito Gómez - Chile  
Dra. Jeiry Toribio - México  
Dr. Jorge Folch - México  
Dra. Ma. del Rayo Sanchez - México  
Dr. Ramón Batista - México  
Dra. Elba Arechiga - México

Word cloud containing terms: bioquímica, extremófilos, fisiología, microorganismos, halofilia, alcalófilos, psicofilia, xerofilia, hongos, ventilas, virus, proteómica, metabolismo, acidófilos, proteínas, profundidades, metagenómica, ciénagas, extremos, termófilos, genómica, transcriptómica, secundario, ecosistemas, xerófilos, marinas, hidrotermales.



### Información

Patricia González  
paty.gonzalez@uaem.mx  
777 3297000 Ext 3694  
[www.cidc.uaem.mx/extremofilos/](http://www.cidc.uaem.mx/extremofilos/)

Becas para estudiantes.

Organiza: Red Latinoamericana de Extremófilos (REDLAE)  
Taller Internacional Satélite del II Simposio Internacional de Extremófilos (Santiago de Chile, 2 - 5 de Diciembre)



# TALLER INTERNACIONAL SOBRE DIVERSIDAD MICROBIANA EN AMBIENTES DESÉRTICOS

“EXTREMÓFILOS, BIODIVERSIDAD, FISIOLÓGÍA,  
BIOQUÍMICA, BIOLOGÍA MOLECULAR, ECOLOGÍA Y  
BIOTECNOLOGÍA”

21, 22 Y 23 NOVIEMBRE, 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



**CONACYT**



Centro de  
Investigación en  
Dinámica Celular



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA UAEM



Instituto de  
Investigación en  
Ciencias  
Básicas y  
Aplicadas

La organización del 1er Taller Internacional sobre diversidad microbiana en ambientes desérticos fue posible gracias al soporte de nuestros siguientes patrocinadores:



Comité Organizador:

Dr. Ramón Alberto Batista García  
Dra. María del Rayo Sánchez Carbente  
Dr. Jorge Luis Folch Mallol  
Dr. Benito Gómez  
Dra. Sara Cuadros  
Dra. Jeiry Toribio

Equipo de soporte:

Patricia González Morales  
Roberto Telléz García

Programa satélite:

**Reunión de la Red Nacional de  
Extremófilos**

20 Noviembre 2019

Profesores asistentes:

1. Dr. Luis Alberto Cira Chávez (Sonora)
2. Dr. Rogelio Ramírez Serrano (Baja California Sur)
3. Dr. Carlos Eliud Angulo Valadez (Baja California Sur)
4. Dr. José Quinatzin García Maldonado (Mérida)
5. Dra. Marisela Aguirre Ramírez (Chihuahua)r
6. Dra. María Isabel Estrada Alvarado (Sonora)
7. Dra. María Guadalupe Sánchez Otero (Veracruz)
8. Dra. Rosa María Camacho Ruíz (Jalisco)
9. Dr. Rodolfo Quintana Castro (Veracruz)
10. Dra. Graciela Espinosa Luna (Veracruz)
11. Dra. María Asunción Lago Lestón (Baja California)
12. Dr. Rodolfo Gómez Cruz (Tabasco)
13. Dra. Ninfa Ramírez Durán (Estado de México)
14. Dr. Horacio Sandoval Trujillo (Estado de México)
15. Dra. Jeiry Toribio (Guerrero)
16. Dra. Rosa María Oliart Ros (Veracruz)
17. Dr. Benjamín Otto Ortega (Campeche)
18. Dra. Itzel Becerra Absalón (Ciudad de México)
19. Dra. María Eugenia Hidalgo Lara (Ciudad de México)
20. Dr. Miguel Ángel Villalobos López (Tlaxcala)
21. Dra. María Teresa Nuñez Cardona (Ciudad de México)
22. Dra. Lilia Arely Pardo Barragán (Ciudad de México)
23. Dra. Hilda León (Ciudad de México)
24. Dr. José Félix Aguirre Garrido (Ciudad de México)
25. Dra. Hortencia Silva Jiménez (Baja California)
26. Dr. Julio de Jesús Mena Portales (Morelos)
27. Dra. María del Rayo Sánchez Carbente (Morelos)
28. Dr. Ramón Alberto Batista García (Morelos)

## Programa - Reunión de la Red Nacional de Extremófilos

Lugar: Auditorium del Centro de Investigación en Biotecnología - UAEM

| Hora   | Actividad   |
|--|---|
| 10.00<br>10.30                                     | Presentación de la Red Mexicana y de la Red Latinoamericana de Organismos Extremófilos: una historia de dos años<br><i>Dr. Ramón A. Batista García</i><br><i>Universidad Autónoma Estado de Morelos, Morelos</i>  |
| <b>Presentación de los grupos de investigación</b> |   |
| 10.30<br>10.37                                     | Actinomicetos halófilos. Aplicaciones ambientales y biomédicas<br><i>Dra. Ninfa Ramírez Durán</i><br><i>Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México</i>   |
| 10.37<br>10.44                                     | Microorganismos aislados de ambientes extremos en Baja California Sur y sus aplicaciones: una colección biológica del CIBNOR<br><i>Dr. Carlos Eliud Angulo Valadez/Dr. Rogelio Ramírez Serrano</i><br><i>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Baja California Sur</i> |
| 10.45<br>11.05                                     | <b>RECESO</b>   |
| 11.05<br>11.12                                     | Bacterias extremófilas y organomineralización<br><i>Dra. Marisela Aguirre Ramírez</i><br><i>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua</i>  |
| 11.12<br>11.19                                     | Estudio de microorganismos halófilos en el Estado de Sonora con potencial biotecnológico<br><i>Dr. Luis Alberto Cira Chávez</i><br><i>Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora</i>   |
| 11.19<br>11.26                                     | Biotecnología metagenómica de la División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT<br><i>Dr. Rodolfo Gómez Cruz</i><br><i>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco</i>  |
| 11.26<br>11.33                                     | Biología molecular de hongos extremófilos<br><i>Dra. María del Rayo Sánchez Carbente</i><br><i>Universidad Autónoma del Estado de Morelos</i>   |
| 11.33<br>11.40                                     | Ecología microbiana y biotecnología en ambientes hipersalinos de México<br><i>Dr. José Quinatzin García Maldonado</i><br><i>Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Mérida</i>  |
| 11.40<br>11.47                                     | Promoción del crecimiento vegetal de cepas aisladas de jales mineros en cultivos agrícolas prioritarios del estado de Guerrero<br><i>Dra. Jeiry Toribio Jiménez</i><br><i>Universidad Autónoma de Guerrero, Guerrero</i>  |
| 11.47<br>11.54                                     | Aislamiento y caracterización de termófilos productores de hidrolasas y análisis de su potencial biotecnológico<br><i>Dra. Rosa María Oliart Ros</i><br><i>Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz</i>  |
| 12.01<br>12.08                                     | El microbioma de ambientes geotérmicos<br><i>Dra. María Asunción Lago Lestón</i><br><i>Centro de Investigaciones y Educación Superior de Ensenada, Baja California</i>  |
| 12.08<br>12.15                                     | Ecología y potencial biotecnológico de comunidades microbianas de ambientes subtropicales   |



|                |   |
|----------------|---|
|                | <i>Dr. Benjamín Otto Ortega</i><br><i>Universidad Autónoma de Campeche, Campeche</i>  |
| 12.15<br>12.22 | Microorganismos halófilos como fuente de metabolitos de interés industrial<br><i>Dra. Rosa María Camacho Ruíz</i><br><i>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Jalisco</i>  |
| 12.22<br>12.29 | Mosses as models for the study of the molecular response to desiccation (low water activity)<br><i>Dr. Miguel Ángel Villalobos López</i><br><i>Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del IPN, Tlaxcala</i>  |
| 12.29<br>12.36 | Estudio de la diversidad de Cianobacterias en costras biológicas de semidesiertos en la región central de México.<br><i>Dra. Itzel Becerra Absalón</i><br><i>Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México</i>  |
| 12.36<br>12.43 | Bacterias fotótrofas de ambientes marinos profundos y su aplicaciones biotecnológicas<br><i>Dra. María Teresa Nuñez Cardona</i><br><i>Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Ciudad de México</i>   |
| 12.43<br>12.50 | Aislamiento y caracterización de bacterias marinas hidrocarbonoclastas con alta tolerancia a hidrocarburos aromáticos policíclicos<br><i>Dra. Hortencia Silva Jiménez</i><br><i>Universidad Autónoma de Baja California, Baja California</i>  |
| 12.50<br>12.57 | Estudio de la diversidad de Cianobacterias y algas en ambientes extremófilos<br><i>Dra. Hilda Patricia León Tejera</i><br><i>Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México</i>  |
| 12.57<br>13.04 | Enzimas termofílicas fúngicas y su potencial aplicación biotecnológica<br><i>Dra. María Eugenia Hidalgo Lara</i><br><i>Cinvestav, Ciudad de México</i>  |
| 13.04<br>13.10 | Pendiente título<br><i>Dr. Jose Félix Aguirre Garrido</i><br><i>Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma, Ciudad de México</i>  |
| 13.11<br>13.18 | Estudio de microorganismos halófilos en el Estado de Sonora con potencial biotecnológico<br><i>Dra. María Isabel Estrada</i><br><i>Instituto Tecnológico de Sonora</i>  |
| 13.19<br>13.30 | <b>RECESO</b>   |
| 13.30<br>15.00 | <b>Trabajo en comisiones</b><br><br>Comisión I. Fronteras de la ciencia<br><i>Coordinadora: Dra. María Asunción Lago Lestón. Centro de Investigaciones y Educación Superior de Ensenada, Baja California</i><br><i>Auditorium del Centro de Investigación en Biotecnología - UAEM</i><br><br>Comisión II. Apropriación social del conocimiento<br><i>Coordinador: Dr. Rodolfo Gómez Cruz. Universidad Autónoma Juárez de Tabasco, Tabasco</i><br><i>Salón 1 del Centro de Investigación en Biotecnología - UAEM</i> |

|                |   |
|----------------|---|
|                | <p>Comisión III. Biotecnología<br/> <i>Coordinadora: Dra. Rosa María Oliarte Ros. Instituto Tecnológico de Veracruz,<br/> Veracruz</i><br/> <i>Salón 2 del Centro de Investigación en Biotecnología - UAEM</i></p> <p>Comisión IV. Infraestructura<br/> <i>Coordinador: Dr. Carlos Angulo Valadéz. Centro de Investigaciones Biológicas del<br/> Noroeste, Baja California Sur</i><br/> <i>Sala de Juntas del Centro de Investigación en Biotecnología - UAEM</i></p> |
| 15.00<br>16.00 | <b>COMIDA – Cafetería de la Torre de Rectoría UAEM -</b>  |
| 16.00          | Presentación de iniciativas de integración y discusión.   |
| 17.30          | Cierre y foto de la Reunión Nacional de Extremófilos.   |

Anexo 1: Reseña de trabajos de investigación

## **TALLER INTERNACIONAL SOBRE DIVERSIDAD MICROBIANA EN AMBIENTES DESÉRTICOS**

### Programa

| Hora           | Jueves 21 noviembre   | Hora                                 | Viernes 22 noviembre  | Sábado 23 noviembre   |
|----------------|---|--------------------------------------|---|---|
| 09.00<br>09:30 | Registro  |                                      |   |   |
| 09.30<br>10.00 | Inauguración  | 09.00<br>10.00                       | Conferencia (6)<br>Dra. Sara Cuadros (Chile)<br><i>Los desafíos bioinformáticos en el estudio de microbiomas</i>  | Talleres Prácticos:<br>(de manera simultáneas)  |
| 10.00<br>11.00 | Conferencia Inaugural<br>Dr. Benito Gómez (Chile)<br><i>Desierto de Atacama: vida en un ambiente extremo</i>  | 10.00<br>11.00                       | Conferencia (7)<br>Dr. Laila Partida (México)<br><i>El microbioma de las plantas del desierto: tips para un planeta en calentamiento</i>  | Cupos limitados<br><u>Preguntar por la disponibilidad de cupos para los talleres antes de completar su inscripción</u>  |
| 11.00<br>11.20 | RECESO  | 11.00<br>11.20                       | RECESO  |   |
| 11.20<br>12.20 | Conferencia (1)<br>Dr. Nicomedes Valenzuela (Chile)<br><i>Diversidad fúngica en el desierto de Atacama (Chile): qué sabemos y cómo se ve el futuro</i>              | 11.20<br>12.20                       | Presentación de posters   | Taller 1:<br>-Extracción de DNA metagenómico de ambientes desérticos<br>-PCR para estudios de biodiversidad<br>-Extracción de RNA de comunidades litobióticas |
| 12.20<br>13.20 | Conferencia (2)<br>Benjamin Otto (México)<br><i>Ecología y potencial biotecnológico de comunidades microbianas de ambientes subtropicales</i>                       | 11.50<br>12.35<br><br>12.35<br>13.35 | Conferencia (9)<br>Asunción de los Ríos (España)<br><i>Colonización litobiótica en el desierto polar Antártico</i><br><br>Mesa Redonda<br><i>Diversidad microbiana en ambientes áridos: enfoques de estudio y perspectivas</i><br>Modera: Dra. Sara Cuadros | Taller 2:<br>Herramientas bioinformáticas para el estudio de comunidades microbianas de desiertos.  |
| 13.20<br>15.00 | COMIDA  | 13.35<br>15.00                       | COMIDA  |   |
| 15.00<br>16.00 | Conferencia (3)<br>Dr. Andrés Yarzabal (Ecuador)<br><i>Explorando ambientes desérticos antes de que desaparezcan: la microbiología de los glaciares tropicales.</i> | 15.00<br>16.00                       | Conferencia (10)<br>Dra. María E. Fariás (Argentina)<br><i>Ecistemas Arcaicos en la Puna Moderna un viaje de 3400 millones de años</i>  | Continuación de los Talleres Prácticos  |
| 16.00<br>16.45 | Conferencia (4)<br>Irán Tapia (PhD student, México)<br><i>Levaduras psicrófilas aisladas de glaciares desérticos y sus propiedades como biofertilizantes</i>        | 16.00<br>16.45                       | Presentación del Programa Bilateral México-Chile:<br>Diversidad Microbiana en Desiertos   |   |

# Noviembre, 21

## Conferencia Inaugural:

Desierto de Atacama: vida en un ambiente extremo

**Benito Gómez Silva**

Universidad de Antofagasta, Chile

[benito.gomez@uantof.cl](mailto:benito.gomez@uantof.cl)

Es razonable inferir que las primeras formas de Vida que surgieron en la Tierra estuvieron sometidas a condiciones ambientales que hoy consideramos extremas. Es también razonable concordar que los denominados ambientes extremos son aquellos en que las condiciones ambientales, físicas y químicas, limitan o inhiben la sobrevivencia de los organismos. Es interesante remarcar que nuevas investigaciones demuestran que estos límites son desafiados por algunos organismos extremófilos y extremo-tolerantes, con mecanismos adaptativos que les permiten superar dichos límites. Los diversos ambientes extremos para la vida en nuestro planeta han estado sometidos a intensos estudios; particularmente, el avance en el conocimiento sobre la vida microbiológica en el Desierto de Atacama, en el norte de Chile, ha crecido en forma exponencial durante las últimas dos décadas. Diversas interrogantes, respondidas en diferentes grados, se han planteado e incluyen, entre otras, el estudio de hábitats colonizables, climatología, diversidad, abundancia, organización y estrategias adaptativas de microorganismos y potencialidades biotecnológicas. Entre otras condiciones ambientales, la alta desecación y radiación solar son las de mayor impacto en limitar la vida microscópica en el norte de Chile. En ausencia de lluvias regulares, la capacidad de los organismos para obtener agua líquida y protección al exceso de luz solar y la radiación ultravioleta son claves para su sobrevivencia. Diversos microorganismos extremófilos y extremo-tolerantes son cultivables; sin embargo, miembros de comunidades microbianas litobióticas son organismos no-cultivables, y la metagenómica junto la bioinformática han sido herramientas esenciales para el estudio de su composición e identificación. Estos y otros aspectos serán analizados en esta oportunidad. (*Proyecto Basal CONYCYT-Chile CeBiB FB-001*)

## Diversidad fúngica en el desierto de Atacama (Chile): qué sabemos y como se ve el futuro

**Nicomedes Valenzuela**

Unidad de Microbiología del Departamento de Tecnología Médica, Universidad de Antofagasta, Chile.

[nicomedes.valenzuela@uantof.cl](mailto:nicomedes.valenzuela@uantof.cl)

La segunda región de Chile es considerada una de las zonas más áridas del mundo, la cual posee un gran número de ecosistemas diversos, con una gran diversidad de microorganismo que se han adaptado a condiciones de vida extremas. Sin embargo, son escasos los trabajos sobre la diversidad de los hongos en ambientes extremos en nuestro país, y los mismos, entregan una escasa información sobre su identificación y prevalencia. Por lo tanto, el presente proyecto tiene por objetivos contemplar un estudio prospectivo y sistemático con respecto a la diversidad del reino Fungi que se encuentra presente en la segunda región, específicamente en el desierto de Atacama, y sus posibles aplicaciones biotecnológicas que posean algunos de estos microorganismos capaces de resistir condiciones tan adversas para la vida. Para cumplir con la propuesta se han colectado 62 muestras de suelo, obteniéndose un total de 348 aislados, mediante el método de dilución de la muestra, y siendo estos inoculados en dos medios de cultivos diferentes, agar patata-dextrosa (PDA, Becton-Dickinson, EE.UU.) y agar patata-zanahoria (PCA, 20g de patata, 20g de zanahoria, 20g de agar, 1L de agua destilada) ambos suplementados con cloranfenicol (200 mg/L), respectivamente. Estos fueron caracterizados morfológicamente tanto macroscópicamente como microscópica, utilizando diferentes medios de cultivos como el agar extracto de malta (MEA, Becton-Dickinson, EE.UU.), agar harina de avena (OA, 30 g de copos de avena, 1000 mL de agua, 15 g de agar) y PDA, respectivamente. Como resultados se obtuvo una diversidad aproximada de 38 géneros diferentes, siendo los géneros *Fusarium* (18.4%), *Aspergillus* (12.1%) y *Penicillium* (8.9%) los más prevalentes, y en menor medida el género *Trichoderma* (6.9%). Desafortunadamente, un 13.5% de los hongos aislados permanecieron como micelio estéril, no pudiendo ser identificados por métodos tradicionales. Nuestros resultados preliminares indican que la diversidad fúngica presente en la zona norte de Chile, específicamente de la segunda región es mucho mayor que los reportes previos que presentaban un rango de entre 15 a 20 géneros diferentes (Santiago IF *et al.* 2018), siendo una región que aún presenta zonas que no han sido estudiadas en su totalidad, siendo probablemente aún mayor de lo que conocemos. Por otro lado, otros trabajos previos han reportado otros grupos fúngicos interesantes, capaces de crecer a altitudes mayores a los 6000 ms.n.m., como los géneros *Naganishia* y *Thermosporothrix*, los cuales resisten ciclos de temperaturas extremos que varían desde los  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $30^{\circ}\text{C}$ , elevadas radiaciones UV, entre otras condiciones extremas para la vida. (Schmidt *et al.* 2018).

Finalmente, podemos concluir que la comuna de Antofagasta presenta una gran diversidad de especies fúngicas, siendo este trabajo uno de los primeros en orientar sobre la taxonomía presente de diferentes hongos aislados desde muestras de suelo en el norte de Chile. Como futuros ensayos, se procederá a la caracterización molecular de los aislados obtenidos, los cuales podrían ser potenciales especies nuevas para la ciencia, así como los estudios de actividad antimicrobiana en los diferentes géneros aislados.

## Ecología y potencial biotecnológico de comunidades microbianas de ambientes subtropicales

**Benjamín Otto Ortega-Morales**

Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología, Universidad Autónoma de Campeche, Mexico.

[beortega@uacam.mx](mailto:beortega@uacam.mx)

El modelo biológico de estudio en el Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología son los biofilms microbianos, tanto ambientes marinos intermareales como de ambientes subaéreos epilíticos terrestres. El interés del grupo es contribuir al conocimiento de la ecología de estos ambientes considerados como poliextremos moderados, la composición de dichas comunidades, su importancia en la conservación de monumentos (biotecnología y microbiología aplicada a la conservación), así como fuentes de metabolitos de interés biotecnológico tales como exopolímeros, lipopéptidos y colorantes.

## Explorando ecosistemas extremos antes que desaparezcan: la microbiología de los glaciares tropicales

**Luis Andrés Yarzabal**

Unidad de Salud y Bienestar, Universidad Católica de Cuenca, Av. Las Américas y Calle Humboldt, Cuenca, Ecuador.

Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Av. Alberto Carnevalli, Mérida, Estado Mérida, Venezuela.

e-mail: yarzabalandres@gmail.com

La Tierra es un planeta frío. En efecto, los ambientes permanentemente congelados (glaciares, casquetes polares, permafrost) y las frías aguas oceánicas constituyen gran parte de la biosfera. Los glaciares cubren aproximadamente el 10 por ciento de la superficie terrestre y almacenan más de 170.000 km<sup>3</sup> de hielo. Sorprendentemente, aunque se trata de uno de los ambientes más extremos para la vida, estas inmensas masas de hielo están colonizadas por una asombrosa cantidad de microorganismos que, aunque están metabólicamente activos, se multiplican a una tasa muy lenta. Generalmente, estos microbios están confinados al interior de microscópicas vénulas líquidas que se forman entre cristales de hielo; otros colonizan el agua líquida que baña el lecho rocoso sobre el cual se asienta el glaciar, o la que se acumula en la superficie del mismo. Muchos de estos microorganismos son psicrófilos, es decir, capaces de multiplicarse a bajas temperaturas gracias a una serie de adaptaciones moleculares y fisiológicas. Además de su valor potencial como herramientas biotecnológicas, el estudio de los psicrófilos atrapados en el hielo es fundamental para comprender los orígenes de la vida en la Tierra, así como la posible existencia de vida extraterrestre. Desafortunadamente, a diferencia de lo que ocurre con los glaciares de latitudes medias y altas, la microbiología de los glaciares tropicales apenas se ha estudiado. En la actualidad, es necesario y urgente revertir esta tendencia, ya que muchos de estos glaciares han desaparecido por completo en las últimas décadas y otros tantos se derriten muy rápidamente. En el curso de esta conferencia, presentaré el conocimiento actual sobre la microbiología de los glaciares tropicales; discutiremos igualmente el uso potencial de este recurso microbiológico para el desarrollo de productos y procesos biotecnológicos –eficientes, de bajo costo y amigables con el medio ambiente–, útiles para una variedad de aplicaciones en diferentes campos.



## Levaduras psicrófilas aisladas de glaciares desérticos y sus propiedades como biofertilizantes

Irán Tapia Vázquez

Irán Tapia Vázquez<sup>1</sup>; Jorge Luis Folch<sup>1</sup>; Ramón Alberto Batista<sup>2</sup>; María del Rayo Sánchez<sup>1</sup>; Ricardo Sánchez<sup>1</sup>; Marisol Arroyo<sup>3</sup>, Verónica Lira Ruan<sup>2</sup>, Ayixon Sánchez Reyes<sup>4</sup>, Daniel Padilla Chacón<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Biotecnología (UAEM). <sup>2</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular (UAEM). <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Biológicas. <sup>4</sup>Instituto de Biotecnología (UNAM). <sup>5</sup>Colegio de Posgraduados. e-mail: iran.tapia01@gmail.com

El clima condiciona el crecimiento y desarrollo de los cultivos mediante la conjugación de tres variables principales; la luz, la humedad y la temperatura. Aún antes de emerger a la superficie, las plantas están bajo la influencia del clima edáfico, la cual persiste a nivel de la rizósfera durante todo el ciclo biológico.

La rizósfera es la región del suelo donde los procesos mediados por microorganismos son específicamente influenciados por el sistema de raíz. Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPM) pertenecen al grupo benéfico y heterogéneo de microorganismos que pueden encontrarse en la rizósfera, sobre la superficie de la raíz o asociados a ella. Son capaces de incrementar el crecimiento vegetal y proteger a las plantas de enfermedades y estrés biótico y abiótico.

Para sustituir o disminuir el uso de plaguicidas y fertilizantes industriales, la búsqueda de microorganismos que promuevan el crecimiento vegetal a bajas temperaturas sería de gran ayuda, dado que el estrés por frío es una de las principales causas que pérdidas en la industria agrícola.

La mayoría de las investigaciones se han centrado en gran medida en los rizobios y hongos micorrízicos, y se sabe muy poco sobre el uso de levaduras como agentes promotores del crecimiento vegetal. Menos aún, se conocen levaduras promotoras del crecimiento vegetal capaces de tolerar bajas temperaturas y desempeñar sus funciones fitoestimulantes o fitoprotectoras en estas condiciones.

Los glaciares almacenan una amplia diversidad de microorganismos metabólicamente versátiles, muchos de ellos, con capacidad de producir enzimas activas en frío, con potenciales aplicaciones biotecnológicas. Sin embargo, actualmente, hay muy poca información sobre los microorganismos que habitan los glaciares mexicanos y menos aún de aquellos que pudieran ser buenos promotores del crecimiento vegetal en condiciones de baja temperatura.

El volcán Xinantécatl o comúnmente conocido como Nevado de Toluca, es considerado uno de los glaciares mexicanos, siendo la cuarta formación más alta de México. Alcanza una elevación de 4468 metros sobre el nivel del mar (msnm), con una temperatura media anual de -4 a 12° C.

**Metodología.** Se tomaron tres muestras de rizosfera de plantas nativas en el área del cráter del volcán Xinantécatl y una muestra de suelo nevado para obtener microorganismos. Para el aislamiento de los microorganismos, se usaron los medios Sabouroud y PDA suplementados con Kanamicina. Ocho cepas de levaduras fueron caracterizadas y se sometieron a pruebas bioquímicas cualitativas relacionadas con los procesos de promoción del crecimiento vegetal: producción de ácido indolacético, sideróforos, celulasas, producción de xilanasas y proteasas y solubilización de

fosfatos. Todos los aislamientos fueron probados *in vitro* para la germinación y la promoción del crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*). El efecto de cada una de las cepas también se probó como posibles agentes de biocontrol de fitopatógenos.

**Resultados:** El trabajo de identificación molecular mediante amplificación de los marcadores LSU e ITS 1 y 2 permitieron clasificarlas en tres géneros: *Rhodotorula*, *Naganishia* y *Mrakia*. Todas las cepas mostraron al menos una característica positiva involucrada en algunos de los mecanismos de promoción del crecimiento vegetal. Cinco cepas mostraron resultados positivos sobre el modelo vegetal evaluado (*Solanum lycopersicum*) tanto en semillas como plántulas. Hay tres cepas que parecen tener la característica dual de fitoprotección contra algunos patógenos de plantas y de promoción del crecimiento vegetal.

# Conferencias: Noviembre, 22

Los desafíos bioinformáticos en el estudio de microbiomas

Sara Cuadros Orellana

Centro de Biotecnología de los Recursos Naturales, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile  
[srcuadros@gmail.com](mailto:srcuadros@gmail.com)

La bioinformática nos permitió avanzar de manera considerable el conocimiento sobre las comunidades microbianas en diferentes ambientes. Los métodos de secuenciación han mejorado continuamente, y eso ha permitido explorar cada vez más genomas en mayor profundidad. Sin embargo, a pesar del aumento exponencial en el volumen de datos disponibles sobre la estructura de las comunidades y sobre los genomas de microorganismos individuales, todavía hay muchas preguntas que responder desde el punto de vista funcional. En esta conferencia, se discutirán los principales desafíos bioinformáticos relacionados a la clasificación taxonómica y a la asignación de funciones a las lecturas ambientales. Se discutirán los distintos acercamientos “ómicos” usados para el estudio de los microbiomas y su importancia para que logremos una visión sistémica, más real y más dinámica, de las comunidades microbianas.

## El microbioma de las plantas del desierto: tips para un planeta en calentamiento

**Laila P. Partida Martínez**

Departamento de Ingeniería Genética. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) – Unidad Irapuato. Irapuato 36824, Guanajuato, México.

e-mail: [laila.partida@cinvestav.mx](mailto:laila.partida@cinvestav.mx)    <http://www.ira.cinvestav.mx/Microbial-Interactions.aspx>

Los ecosistemas áridos y semi-áridos representan aprox. 41% de la superficie terrestre. Las plantas que viven en estas regiones están sometidas a varios tipos de estrés abiótico, incluyendo temperaturas extremas, alta radiación UV, suelos bajos en nutrientes y prolongados periodos de sequía. De forma notable, dos linajes de plantas endémicas del continente Americano han florecido en estos habitats: el género *Agave* y la familia Cactaceae. A pesar de la relevancia ecológica, económica y cultural de agaves y cactus, se desconocían las relaciones que establecen con los microorganismos y las contribuciones que éstos tienen en su adaptación.

Nuestros estudios del microbioma del suelo, la rizósfera, raíces, hojas y filósfera de cinco especies cultivadas y silvestres de agaves y cactus de Norte y Centroamérica han revelado una alta diversidad microbiana, donde el compartimento de la planta y su biogeografía juegan un papel preponderante en el ensamblado de las comunidades procariotas y fúngicas.

Análisis taxonómicos, metagenómicos y de redes soportan la presencia de un microbioma común (o *core*) en estas plantas del desierto, cuyas funciones, incluyendo la producción de compuestos orgánicos volátiles, impactan el crecimiento y el desarrollo de sus plantas hospederas, así como de plantas modelo.

En suma, nuestros estudios dan cuenta del potencial de usar el conocimiento derivado del microbioma de agaves y cactus para incrementar la productividad y la sustentabilidad de la agricultura en las zonas áridas del mundo.

## Colonización litobiótica en el desierto polar Antártico

### Asunción de los Ríos

Grupo de Ecología Microbiana y Geomicrobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, España

[arios@mncn.csic.es](mailto:arios@mncn.csic.es)

Las comunidades litobióticas (aquellas que colonizan el sustrato lítico o se asocian a él) son las formas de vida terrestre predominantes en zonas desérticas de la Antártida continental. Diferentes microorganismos, tanto de vida libre como formando parte de asociaciones simbióticas como los líquenes, son capaces de colonizar estos hábitats líticos. Algunos de ellos son capaces de tolerar las duras condiciones existentes y colonizan la superficie de las rocas (epilíticos), pero la mayoría colonizan el interior de rocas (endolíticos), aislándose del exterior, y protegiéndose así de las duras condiciones ambientales. Las investigaciones de nuestro Grupo de Investigación ponen de manifiesto que el arma ideal para caracterizar los ecosistemas microbianos líticos es la microscopía, especialmente cuando es aplicada *in situ*, es decir, cuando los componentes biológicos no son separados de la muestra lítica que llega al laboratorio. Esta microscopía nos ha permitido llevar a cabo un estudio geomicrobiológico integrado de los microorganismos, las interacciones existentes entre ellos y las establecidas con sus microhábitats, pudiendo caracterizar así de forma más precisa su complejidad. Para caracterizar la diversidad de las comunidades, los estudios de microscopía *in situ*, han sido combinados con análisis mediante técnicas de biología molecular adaptadas para el estudio de comunidades litobióticas. Esta combinación ha permitido evaluar las adaptaciones y funciones específicas de los distintos componentes de las comunidades litobióticas antárticas.

# Mesa Redonda:

Diversidad microbiana en ambientes áridos: enfoques de estudio y perspectivas

Sara Cuadros (moderadora)

## Participantes:

Sara Cuadros [srcuadros@gmail.com](mailto:srcuadros@gmail.com) (moderadora)  
María del Rayo Sánchez [maria.sanchez@uaem.mx](mailto:maria.sanchez@uaem.mx) (México)  
Benito Gomez Silva [benito.gomez@uantof.cl](mailto:benito.gomez@uantof.cl) (Chile)  
Nicomedes Valenzuela [nicomedes.valenzuela@uantof.cl](mailto:nicomedes.valenzuela@uantof.cl) (Chile)  
Benjamin O Ortega Morales [beortega@uacam.mx](mailto:beortega@uacam.mx) (México)  
Andrés Yarzabal [yarzabalandres@gmail.com](mailto:yarzabalandres@gmail.com) (Ecuador)  
Laila Pamela Partida Martinez [laila.partida@cinvestav.mx](mailto:laila.partida@cinvestav.mx) (México)  
M Asuncion Rios Murillo [arios@mncn.csic.es](mailto:arios@mncn.csic.es) (España)  
Maria E Farias [mefarias2009@gmail.com](mailto:mefarias2009@gmail.com) (Argentina)

**Tema 1:** Estructura vs. función en comunidades microbianas

**Tema 2:** Logística de “terrenos” en ambientes áridos: principales desafíos y dificultades, aprendizaje con la práctica (aspectos que no encontramos en los artículos).

**Tema 3:** Investigación, desarrollo tecnológico y conservación

\*ANEXO 2: Dinámica de preguntas a considerar para las mesas redondas

## Ecosistemas Arcaicos en la Puna Moderna un viaje de 3400 millones de años

**María Eugenia Farias**

Laboratorio de Investigaciones Microbiológicas de Lagunas Andinas, PROIMI-CONICET Tucuman, Argentina. e-mail: [mefarias2009@gmail.com](mailto:mefarias2009@gmail.com)

Los Salares volcanes activos y humedales de la Puna son uno de los ambientes más extremos del planeta. La alta radiación UV, el contenido extremo de arsénico, la alta salinidad y el bajo contenido de oxígeno disuelto, junto con la influencia de volcanes activos, las extremas fluctuaciones diarias de temperatura y las condiciones oligotróficas, configuran un ambiente que recrea la Tierra primitiva y, más aún, las condiciones de planetas extraterrestres. En los últimos 10 años hemos reportado ecosistemas arcaicos vivos como son los microbialitos (estromatolitos) en esta región aumentado el interés en esta área como una contraparte tierra primitiva. De esta forma, se presentarán los resultados de una prospección para este tipo de ecosistemas (microbialitos, tapetes microbianos y evaporitas) en Argentina, Chile y Bolivia. Por otro lado, estos ecosistemas están siendo propuestos como un modelo de sumideros de carbono en salares en los que se denomina: *Bosques del Salar*, por la capacidad de estos extremófilos de llevar a cabo fotosíntesis en capas microbianas debajo de la costra salina. Paralelamente, el acceso a los metagenomas y genomas de estas comunidades extremófilas, nos permitió develar interrogantes sobre la vida en el planeta primitivo. Desde descubrir formas alternativas de generar ATP a través de los sistemas de rodopsinas microbianas, las vías de fijación de C previas al ciclo de Calvin, hasta encontrar sistemas de respiración de As tan antiguos como LUCA (Last Unique Common Ancestor), o deducir cómo, la relación entre en contenido de P vs As en el agua, regula los genes de transporte de P y resistencia a As en comunidades microbianas. En paralelo, surgen aplicaciones de gran valor biotecnológico, como la capacidad de estas bacterias extremófilas para restaurar suelos salinizados y nuevos sistemas Crispr-cas para aplicación en biotecnologías de diagnóstico. Para concluir contaremos la cruzada que se está llevando en la actualidad para proteger estos ecosistemas, en el contexto de la Fiebre del Li que acomete los salares del Altiplano. Lográndose, por primera vez, que los ecosistemas microbianos sean tenidos en cuenta en las líneas de base y estudios de impacto ambiental en proyectos de minería no metalífera.

# Posters:

| First Author                            | Poster Number<br>Title  | Authors  | Center/ Institute/<br>Faculty/ School   | University   | Country         |
|---|---|--|---|--|-----------------|
| <b>Adela Sofía Rojas Vázquez</b>        | <b>1.</b> Purificación de la lipasa recombinante de <i>Geobacillus thermoleovorans</i> CCR11  | Adela Sofía Rojas Vázquez, Gerardo Román de Groot, María Guadalupe Sánchez Otero, Rodolfo Quintana Castro, Graciela Espinosa Luna, Rosa María Oliart Ros   | Facultad de Bioanálisis, UNIDA  | Universidad Veracruzana, Instituto Tecnológico de Veracruz   | México          |
| <b>Adriana Otero Blanca</b>             | <b>2.</b> Análisis mediante transcriptómica comparativa de la interacción entre <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> y <i>Physcomitrella patens</i>                | Adriana Otero Blanca; Verónica Katerina Lira Ruán; Guillermo Reboledo Blanco; Daniel Padilla Chacón; Inés Ponce de León Tadeo; Ramón Alberto Batista García  | Centro de Investigación en Dinámica Celular; Morelos, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE), Montevideo, Colegio de Posgraduados, Texcoco. | Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Montevideo, Colegio de Posgraduados, Texcoco | México, Uruguay |
| <b>Cecilio Mauricio Ramos</b>           | <b>3.</b> Aislamiento y análisis inicial de bacterias silvestres de nódulos de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) para uso potencial como biofertilizante | Cecilio Mauricio Ramos, Analilia Arroyo Becerra, Lorena Jacqueline Gómez Godínez, Andrea Salvador Muñoz, María de Lourdes Girard Cuesy, Selma Ríos Meléndez, Miguel Ángel Villalobos López   | Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Centro de Ciencias Genómicas   | Instituto Politécnico Nacional, Universidad Nacional Autónoma de México  | México          |
| <b>Cynthia Lizzeth Araujo Palomares</b> | <b>4.</b> Aislamiento y caracterización de bacterias marinas hidrocarbonoclastas con alta tolerancia a hidrocarburos aromáticos policíclicos                        | Cynthia Lizzeth Araujo Palomares, Ileana Sarahí Ramos Mendoza, Jesús Alejandro Oropeza Martínez, Natalye Issabella Manríquez Díaz, Mariana Villada Canela, Hortencia Silva Jiménez   | Instituto de Investigaciones Oceanológicas,   | Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Tijuana, Ensenada   | México          |
| <b>Deborah González Abradelo</b>        | <b>5.</b> Análisis morfológico y molecular de <i>Aspergillus destruens</i> en condiciones de baja actividad de agua   | Deborah González Abradelo, Ramón Alberto Batista García  | Centro de Investigación en Dinámica Celular   | Universidad Autónoma del Estado de Morelos   | México          |
| <b>Diego Flores Bautista</b>            | <b>6.</b> Caracterización del efecto de la levadura <i>Rhodotorula sp.</i> en el desarrollo de la raíz de <i>A. thaliana</i>  | Diego Flores Bautista, Verónica Lira Ruan, Angélica Ortega García  | Laboratorio de Fisiología y Desarrollo Vegetal, Centro de Investigación en Dinámica Celular.  | Universidad Autónoma del estado de Morelos   | México          |
| <b>Dora Alicia Rodríguez Franco</b>     | <b>7.</b> Comparación de la actividad N-acetilhexosaminidasa de dos cepas de <i>Bacillus cereus</i> aisladas de diferentes zonas costeras de Sonora, México         | Dora Alicia Rodríguez Franco, Luis Alberto Cira Chávez, María Isabel Estrada Alvarado  | Departamento. de Biotecnología y Ciencias Alimentarias  | Instituto Tecnológico de Sonora  | México          |
| <b>Eya Caridad Rodríguez Pupo</b>       | <b>8.</b> Dinámica de la acumulación de solutos compatibles en el halófilo moderado <i>Aspergillus sydowii</i> H1 como respuesta adaptativa al estrés salino        | Eya Caridad Rodríguez Pupo, Yordanis Pérez Llano, José Raunel Tinoco Valencia, Francisco Javier Padilla Garfías, Ayixon Sánchez Reyes, María del Rocío Rodríguez Hernández, Ramón Alberto Batista García, Antonio Peña, Jorge Luis | Centro de Investigación en Biotecnología, Centro de Investigación en Dinámica Celular, Instituto de Biotecnología, Instituto de Fisiología Celular                    | Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Universidad Nacional Autónoma de México  | México          |



|                                     |   |  |  |   |        |
|-------------------------------------|---|--|--|---|--------|
|                                     |   | Folch Mallol, María del Rayo Sánchez Carbente  |  |   |        |
| <b>Giovanni Salazar Ramirez</b>     | <b>9.</b> Bioprospección de hongos promotores de crecimiento vegetal, aislados de la rizósfera de plantas provenientes del desierto de Zapotitlán, Puebla | Giovanni Salazar Ramirez, Jorge Luis Folch Mallol, Ramón Alberto Batista García, María del Rayo Sanchez Carbente   | Centro de Investigación en Biotecnología, Centro de Investigación en Dinámica Celular    | Universidad Autónoma del Estado de Morelos  | México |
| <b>Gisell Valdés Muñoz</b>          | <b>10.</b> Análisis morfológico y molecular de <i>Aspergillus atacamensis</i> en condiciones de baja actividad de agua                                    | Gisell Valdés Muñoz, Irina Jiménez Gómez, Yordanis Pérez-Llano, María del Rayo Sánchez-Carbente, Jorge Luis Folch-Mallol, Nina Gunde-Cimerman, Ramón Alberto Batista-García        | Centro de Investigación en Dinámica Celular, Centro de Investigación en Biotecnología    | Universidad Autónoma del Estado de Morelos  | México |
| <b>Graciela Espinosa Luna</b>       | <b>11.</b> Aproximación microbiológica en ceniza y piedra porosa de las faldas del volcán mexicano Popocatepetl   | Graciela Espinosa Luna, José Francisco Zameza Mortera, Francisco Rafael Aguilar Olguín, Rosa María Oliart Ros  | Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos  | Instituto Tecnológico de Veracruz   | México |
| <b>H. P León Tejera.</b>            | <b>12.</b> Observaciones de distintas etapas del ciclo de vida de cianobacterias marinas e hipersalinas cocoides de la franja costera Atlántica mexicana  | H. P. León Tejera, G. Hernández P., Chávez, J., López V., Cabrera Becerril E., García García A. M. E., González, R. L.   | Laboratorio de Ficología Marina  | Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México                             | México |
| <b>Jonathan Lara Sánchez</b>        | <b>13.</b> Clonación y caracterización de una fosfolipasa de <i>Brevibacillus thermoruber</i> aislado de la fuente termal Los Humeros, Puebla, México     | Jonathan Lara Sánchez, Rodolfo Quintana Castro, María Guadalupe Sánchez Otero, Carolina Peña Montes, Rosa María Oliart Ros   | Facultad de Bioanálisis, Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos               | Universidad Veracruzana, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz | México |
| <b>Juan Pablo Cabral Miramontes</b> | <b>14.</b> Aislamiento de Cepas haloalcalifilas de <i>Trichoderma</i> y su potencial uso biotecnológico   | Juan Pablo Cabral Miramontes, Vianey Olmedo Monfil, Elva Teresa Aréchiga Carvajal  | Unidad de Manipulación Genética, Departamento de Biología                                | Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad de Guanajuato                             | México |
| <b>J.C. Coronado Corral</b>         | <b>15.</b> Búsqueda de biosurfactantes en bacterias halófilas aisladas de suelos salinos del Ex-Lago de Texcoco y Sonora.                                 | J.C. Coronado Corral, J. F. Rodríguez López M. I. Estrada Alvarado y L.A. Cira Chávez  | Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias                                    | Instituto Tecnológico de Sonora   | México |
| <b>Kevyn Guerra</b>                 | <b>16.</b> Bacterias aisladas de ambientes extremos de Baja California Sur: Una alternativa potencial para el biocontrol del cáncer bacteriano de tomate  | Kevyn Guerra, Carlos Angulo, Rogelio Ramírez, Reyna Romero, Mario Arce, Gregorio Rodríguez   | Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Instituto Tecnológico de La Paz       | Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Instituto Tecnológico de La Paz        | México |
| <b>Lourdes Yaret Ortiz Cortés</b>   | <b>17.</b> Las cepas oligotróficas termoacidófilas PA1 y PA2 aisladas del lago cráter El Chichón tienen actividad hidrolítica extrema                     | Lourdes Yaret Ortiz Cortés, Peggy Elizabeth Alvarez Gutiérrez, Lucía María Cristina Ventura Canseco, Miguel Abud Archila   | Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez  | Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez   | México |
| <b>Lyselle Ruíz de León</b>         | <b>18.</b> Análisis transcriptómico de <i>Aspergillus destruens</i> en condiciones de baja actividad de agua  | Lyselle Ruíz de León, Deborah González Abradero, Yordanis Pérez Llano, María del Rayo Sánchez Carbente, Jorge Luis Folch Mallol, Nina Gunde Cimerman, Ramón Alberto Batista García | Centro de Investigación en Dinámica Celular, Centro de Investigación en Biotecnología    | Universidad Autónoma del Estado de Morelos  | México |
| <b>Maira N. Luis Vargas</b>         | <b>19.</b> Perspectivas Bacterianas sobre la Formación de Estromatolitos Opalinos del Sistema de Tubos de Lava de Chimalacatepec, México                  | Maira N. Luis Vargas, Rafael A. López Martínez, Alfredo R. Vilchis Nestor,   | Instituto de Geología, Centro Conjunto de Investigación de Química Sustentable UAEM-UNAM | Universidad Nacional Autónoma de México   | México |

|                                     |  |  |  |  |        |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--------|
|                                     |  | Raquel Daza, Rocio J. Alcántara Hernández  |  |  |        |
| <b>Martín Romualdo Ide Pérez</b>    | <b>20.</b> Prospección de organismos fúngicos aislados de sitios contaminados para la remoción de derivados del petróleo   | Martín Romualdo Ide Pérez, Jorge Luis Folch Mallol, Maikel Gilberto Fernández López. María del Rayo Sánchez Carbente   | Centro de Investigación en Biotecnología, Centro de Investigación en Dinámica Celular  | Universidad Autónoma del Estado de Morelos   | México |
| <b>Nohemí Gabriela Cortés López</b> | <b>21.</b> Análisis taxonómico y funcional del metagenoma ruminal y sus cambios por el consumo de aditivos de levaduras  | Nohemí Gabriela Cortés López, Perla Lucía Ordoñez Baquera, Ramón Alberto Batista García, Sonia Dávila Ramos, Hugo G. Castelán Sánchez, Daniel Díaz Plascencia, Beatriz Elena Castro Valenzuela | Facultad de Zootecnia y Ecología, Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Centro de Investigación en Dinámica Celular                                  | Universidad Autónoma de Chihuahua, Universidad Autónoma del Estado de Morelos  | México |
| <b>Pablo Jaciel Adame Soto</b>      | <b>22.</b> Identification of non-Saccharomyces native yeast isolated by mezcal fermentation and evaluation the potential production of volatile compounds              | Pablo Jaciel Adame Soto, Elva Teresa Aréchiga Carvajal, Silvia Marina González Herrera, Mercedes Guadalupe López, Martha Rocío Moreno Jiménez, Olga Miriam Rutiaga Quiñones                    | Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica, Unidad de Manipulación Genética del Laboratorio de Micología y Fitopatología, Departamento de Biotecnología y Bioquímica | Tecnológico Nacional de México, Universidad Autónoma de Nuevo León, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato | México |
| <b>Ricardo Sánchez Cruz</b>         | <b>23.</b> Endófitos no rizobiales aislados de nódulos de Mimosa pudica con potencial biotecnológico   | Ricardo Sánchez Cruz, Irán Tapia Vazquez, Jorge Luis Folch Mallol, A. Wong Villarreal  | Centro de Investigación en Biotecnología   | Universidad Autónoma del Estado de Morelos   | México |
| <b>Selma Ríos Meléndez</b>          | <b>24.</b> Effect of ABA during dehydration and in the Quantum Yield recovery in the desiccation tolerant Moss <i>Pseudocrossidium replicatum</i> (Taylor) R.H. Zander | Selma Ríos Meléndez, Analilia Arroyo Becerra, Miguel Angel Villalobos López  | Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla  | Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla  | México |
| <b>Verónica Ramírez Lona</b>        | <b>25.</b> Hongos extremófilos: alternativa para la biorremediación de aguas residuales de mataderos municipales en Morelos  | Verónica Ramírez Lona, Ramón Alberto Batista García  | Facultad de Ciencias Químicas e Ingenierías, Centro de Investigación en Dinámica Celular   | Universidad Autónoma del Estado de Morelos   | México |
| <b>Wendy Méndez Ortega</b>          | <b>26.</b> Estudio de las líneas mutantes AsHfb1, AsHfb2 y AsHfb4 del halófilo <i>Aspergillus sydowii</i> H1 en condiciones de salinidad                               | Wendy Méndez Ortega, Yordanis Pérez Llano, Jorge L. Folch Mallol, María del Rayo Sánchez Carbente  | Centro de Investigación en Dinámica Celular, Centro de Investigación en Biotecnología  | Universidad Autónoma del Estado de Morelos   | México |
| <b>Yadira J. Mendoza Chávez</b>     | <b>27.</b> Especie de zooplancton habitando agua con valores ¿extremos? de arsénico  | Yadira J. Mendoza Chávez, Adrián Cervantes Martínez, Martha A. Gutiérrez Aguirre, Hiram Castillo Michel, Nadia V. Martínez Villegas  | Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad de Quintana Roo, Unidad Cozumel, ESRF The European Synchrotron                                   | Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad de Quintana Roo, Unidad Cozumel, ESRF The European Synchrotron     | México |

# Resúmenes:

## Purificación de la lipasa recombinante de *Geobacillus thermoleovorans* CCR11

**Adela Sofía Rojas Vázquez<sup>1</sup> Gerardo Román de Groot<sup>1</sup> María Guadalupe Sánchez Otero<sup>1</sup> Rodolfo Quintana Castro<sup>1</sup> Graciela Espinosa Luna<sup>2</sup> Rosa María Oliart Ros<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Bioanálisis. Universidad Veracruzana, <sup>2</sup>UNIDA. Instituto Tecnológico de Veracruz.

Las lipasas (EC 3.1.1.3) catalizan la hidrólisis de triglicéridos in vivo, así como la reacción inversa, es decir, la síntesis de enlaces ésteres análogos en medios no acuosos, por ello tienen amplia aplicación biotecnológica, de particular interés son aquellas obtenidas de organismos termófilos como *Geobacillus thermoleovorans*. En este trabajo se utilizó la cepa recombinante de *Escherichia coli* con la construcción pET-3b-LipMatCCR11 (44kDa) inoculada en medio LB ampicilina (12 horas, 37°C), la expresión se indujo agregando isopropil-β-D-1-tiogalactopiramósido (IPTG) (0.06 mM, 18 horas, 16°C). El cultivo fue centrifugado (8000 rpm, 20 minutos, 4°C), el sobrenadante fue desechado y el pellet recuperado se resuspendió en solución amortiguadora CHES pH 9.50 mM. Las células se lisaron mediante sonicación (20 pulsos de 20s a 65% de amplitud) y filtradas (filtro nitrocelulosa 0.22 μm) con lo cual se obtuvo el extracto crudo. La actividad enzimática (9.45X10<sup>10</sup> U/mL) se midió por medio de la técnica de Nawani en una dilución 1:80000. La cuantificación de proteínas (20.459 mg de proteínas/mL) se determinó por medio de la técnica de Bradford en una dilución 1:10. La purificación se realizó por medio de cromatografía de afinidad (columna de heparina en amortiguador de acetatos 0.01 M, pH5 y Tritón x-100 al 0.1%), ultrafiltración (membrana de celulosa regenerada de 30kDa) y cromatografía de filtración en gel (Sephadex G-75). La purificación se observó mediante electroforesis en SDS-PAGE y zimograma (metil-umberiferil-butirato). Se determinó que la heparina no es viable para la purificación de la LipMatCCR11.

Análisis mediante transcriptómica comparativa de la interacción entre *Colletotrichum gloeosporioides* y *Physcomitrella patens*

**Adriana Otero Blanca<sup>1</sup>; Verónica Katerina Lira Ruán<sup>1</sup>; Guillermo Reboledo Blanco<sup>2</sup>; Daniel Padilla Chacón<sup>3</sup>; Inés Ponce de León Tadeo<sup>2</sup>; Ramón Alberto Batista García<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular (CIDC); Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Morelos, México. <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE), Montevideo, Uruguay. <sup>3</sup>Colegio de Posgraduados, Texcoco, México. e-mail: [adriana.otero@gmx.es](mailto:adriana.otero@gmx.es)

*Physcomitrella patens* es un musgo empleado como organismo modelo en el estudio de las respuestas de defensa de las plantas ante diferentes tipos de estrés. *Colletotrichum gloeosporioides* es un hongo ascomiceto causante de la antracnosis, una enfermedad que afecta a más de 470 especies de plantas, incluyendo especies de gran importancia económica. Para comprender mejor el proceso de infección de este hongo, y las estrategias de defensa del hospedero, proponemos analizar comparativamente el transcriptoma de estos organismos durante la infección. Además, se realizó un estudio morfológico de la infección mediante microscopía óptica y fenómica. Las muestras para el transcriptoma se tomaron a las 8 y 24 horas posteriores a la infección, y para los experimentos de microscopía y fenómica a las 8, 24 y 48 horas. La extracción de ARN se realizó con el RNeasy Plant Mini Kit (Qiagen). La secuenciación se realizó con tecnología Illumina, con fragmentos de 150 pares de bases, por ambos extremos y una profundidad de 40 millones de lecturas. Las lecturas se procesaron con diferentes programas bioinformáticos para chequear la calidad de las secuencias y eliminar adaptadores y secuencias sobrerrepresentadas o de baja calidad. Con diferentes tinciones se pudieron observar cambios morfológicos asociados con las respuestas de defensa de *P. patens*, mientras que el análisis fenómico demostró la disminución del rendimiento cuántico de la fotosíntesis y el aumento de la temperatura en las plantas infectadas durante el desarrollo de la respuesta de defensa. Con el procesamiento del transcriptoma esperamos que los genes fúngicos involucrados en la degradación de la pared celular de plantas, el metabolismo secundario, la remodelación de la cromatina y la desintoxicación estén regulados durante la infección, así como aquellos genes que codifican para efectores. En el musgo esperamos encontrar activados genes involucrados en las vías de síntesis de compuestos para reforzar la pared celular, la respuesta de hipersensibilidad, la síntesis de ácido salicílico, entre otras.

## Aislamiento y análisis inicial de bacterias silvestres de nódulos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para uso potencial como biofertilizante

**Cecilio<sup>1</sup> Mauricio Ramos, Analilia<sup>1</sup> Arroyo Becerra, Lorena Jacqueline<sup>1</sup> Gómez Godínez, Andrea<sup>1</sup> Salvador Muñoz, María de Lourdes<sup>2</sup> Girard Cuesy, Selma<sup>1</sup> Ríos Meléndez, Miguel Ángel<sup>1</sup> Villalobos López.**

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Ex-Hacienda San Juan Molino, Tepetitla de Lardizábal, CP 90700, Tlaxcala, México. <sup>2</sup>Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos, México. e-mail: mvillalobosl@ipn.mx, [cmauricior1800@alumno.ipn.mx](mailto:cmauricior1800@alumno.ipn.mx)

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) representa una fuente importante de proteínas en la dieta de la población latinoamericana. Sin embargo, la producción de frijol común se ve severamente afectada por la sequía y otras tensiones abióticas, por lo que más del 60% de la producción mundial proviene de áreas áridas con poca disponibilidad de agua. Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) producen fitohormonas, solubilizan fósforo, fijan nitrógeno y producen sideróforos, entre otros mecanismos, que ayudan al desarrollo de las plantas. El objetivo del presente proyecto es identificar nuevas cepas bacterianas silvestres que puedan aplicarse como biofertilizantes diseñados para suelos áridos y salinos. Como resultado se aislaron 76 rizobacterias de tipo silvestre de zonas áridas y salinas del centro de México. El 69.7% de los aislados de la colección bacteriana es capaz de crecer entre 0.2 y 0.8 M del agente salino NaCl. Además, el 23.6% de los aislados bacterianos solubilizan fósforo con tasas que van desde 2.12 a 2.99. El 5.2% de los aislados de la colección fueron capaces de producir sideróforos. Adicionalmente, el 69% de la colección de aislados bacterianos tuvieron capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. En conclusión, la colección de aislados bacterianos presenta características de PGPRs con uso potencial como biofertilizantes.

## Aislamiento y caracterización de bacterias marinas hidrocarbonoclastas con alta tolerancia a hidrocarburos aromáticos policíclicos

**Cynthia Izzeth Araujo Palomares<sup>1</sup>, Ileana Sarahí Ramos Mendoza<sup>2</sup>, Jesús Alejandro Oropeza Martínez<sup>2</sup>, Natalye Issabella Manríquez Díaz<sup>2</sup>, Mariana Villada Canela<sup>1</sup>, Hortencia Silva Jiménez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Tijuana-Ensenada, No. 3917, Fraccionamiento Playitas, C.P. 22860, Ensenada, Baja California, México. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana-Ensenada, No. 3917, Fraccionamiento Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C., México.

e-mail: [silvah@uabc.edu.mx](mailto:silvah@uabc.edu.mx)

Una alternativa para remover hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) de ambientes altamente contaminados con estas moléculas es utilizando bacterias hidrocarbonoclastas con alta tolerancia a estos compuestos tóxicos orgánicos. En ese sentido, a partir de sedimentos marinos de la Costa del Puerto de Rosarito en Baja California México, se aisló una gran diversidad de bacterias con propiedades hidrocarbonoclastas hacia HAP. Las cepas bacterianas aisladas fueron identificadas y posteriormente seleccionadas por su tolerancia a concentraciones altas de fenantreno o pireno. Dentro de los microorganismos hidrocarbonoclastos seleccionados destacan: *Acinetobacter lwoffii*, *Kocuria rosae*, *Micrococcus luteus*, *Nesterenkonia* sp., *Pseudomonas stutzeri*, *P. pachastrellae* y *Rhodococcus ruber*. Se encontró que las cepas hidrocarbonoclastas como *A. lwoffii*, *K. rosae*, *M. luteus*, *Nesterenkonia* sp., y *P. pachastrellae*, lograron sobrevivir hasta una concentración de 5g L<sup>-1</sup> del HAP de bajo peso molecular. Mientras que la cepa *P. stutzeri*, sólo logró sobrevivir hasta 5g L<sup>-1</sup> de pireno. En el caso particular de *R. ruber*, se encontró que en presencia de pireno, el microorganismo puede sobrevivir hasta una concentración de 20g L<sup>-1</sup> del HAP de alto peso molecular, mientras que en hidrocarburos de bajo peso molecular como fenantreno y naftaleno la cepa bacteriana sólo sobrevivió a una concentración de 5g L<sup>-1</sup>. Estos resultados sugieren que *R. ruber* puede catalogarse como un organismo extremófilo con alto potencial para ser utilizado en procesos para remover HAP tanto de bajo como de alto peso molecular.

## Análisis morfológico y molecular de *Aspergillus destruens* en condiciones de baja actividad de agua

**Deborah González Abradelo, Ramón Alberto Batista García.**

Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. e-mail: debugonzalez@gmail.com

El agua es de vital importancia para todos los organismos. El parámetro que estima el grado de hidratación de una mezcla es conocido como actividad de agua ( $a_w$ ). Este parámetro determina el crecimiento, incluso en situaciones en las cuales el agua se convierte en un factor limitante ( $a_w \leq 0.85$ ). Existen organismos xerotolerantes, los cuales crecen en condiciones de baja  $a_w$ , y también podemos encontrar los organismos xerófilos, aquellos que requieren estrictamente condiciones de baja  $a_w$  para su crecimiento óptimo. En estas condiciones, los microorganismos intentan prevenir la pérdida de agua de las células acumulando solutos compatibles, los cuales contrabalancean la alta osmolaridad extracelular. El género *Aspergillus* es un modelo atractivo para el estudio de los mecanismos de adaptación a baja  $a_w$  ya que son capaces de crecer en valores de  $a_w$  entre 0.75 y 0.8, los cuales resultan limitantes para el crecimiento de cualquier sistema biológico. En hongos filamentosos, los solutos compatibles han sido pobremente estudiados, por lo que la regulación de los genes involucrados en la biosíntesis de estos solutos no se conoce claramente. *Aspergillus destruens* es un hongo que se aisló de una pintura antigua (óleo sobre lienzo), Eslovenia y fue clasificado como un hongo halófilo obligado óptimo de crecimiento: 1.89 M de NaCl). Por lo que en este trabajo nos dimos a la tarea de analizar si *A. destruens* puede ser clasificado como xerófilo y que cambios a nivel molecular y morfológico ocurren en esta cepa. Por estas razones, en este proyecto proponemos realizar un análisis transcriptómico de *Aspergillus destruens* creciendo en condiciones de baja  $a_w$  ( $\leq 0.80$ ) impuesta por NaCl, se determinarán los solutos compatibles sintetizados en estas condiciones y, finalmente, analizaremos las adaptaciones morfológicas en esta condición. Este proyecto contribuirá a comprender las adaptaciones moleculares y morfológicas que ocurren durante el crecimiento de hongos en condiciones de baja  $a_w$ .

## Caracterización del efecto de la levadura *Rhodotorula sp.* en el desarrollo de la raíz de *A. thaliana*

**Diego Flores Bautista, Verónica Lira Ruan, Angélica Ortega García.**

Laboratorio de Fisiología y Desarrollo Vegetal, Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del estado de Morelos, Cuernavaca, México.

Las levaduras del género *Rhodotorula* son un tipo de organismos que pueden habitar en bajas temperaturas. Durante una expedición al volcán Nevado de Toluca, México, se aislaron cuatro cepas de *Rhodotorula* de la rizosfera de plantas que se encontraban creciendo ahí. A estas cepas se les realizaron diversas pruebas bioquímicas y del crecimiento que sugerían que podrían ser organismos promotores del crecimiento vegetal. El propósito de este trabajo fue determinar los efectos de la cepa denominada Rh1 de estas levaduras extremófilas en la germinación y el crecimiento de la raíz *Arabidopsis thaliana*. Para esto se enfrentaron plántulas de *A. thaliana* de 5 días posteriores a la germinación (dpg) contra las levaduras inoculadas en cajas con medio sólido MS 0.2X con  $3 \times 10^8$  UFC durante 10 y 5 días. Además, se inocularon semillas estériles con 75 UFC y se monitoreó la germinación y crecimiento de las plántulas durante 15 días. Estos experimentos se repitieron con plantas transgénicas que se emplean como marcadoras de la localización de auxinas, DR5::GUS. Los resultados muestran que la cepa Rh1 afecta negativamente el crecimiento de la raíz primaria de *A. thaliana*, además de aumentar el número de raíces laterales. También se observó que, al estar en contacto con la raíz, esta cepa de *Rhodotorula* produce un cambio en la señalación de la vía de auxinas. En conclusión, la cepa Rh1 afecta la arquitectura de la raíz de *A. thaliana*, promoviendo la formación de raíces laterales.



## Comparación de la actividad N-acetilhexosaminidasa de dos cepas de *Bacillus cereus* aisladas de diferentes zonas costeras de Sonora, México

**Dora Alicia Rodríguez Franco, Luis Alberto Cira Chávez y María Isabel Estrada Alvarado**

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000, Cd. Obregón, Sonora. e-mail: luis.cira@itson.edu.mx, dorafranco23@hotmail.com

Los ambientes extremos representan una fuente importante y poco explorada de metabolitos de interés. El Estado de Sonora cuenta con este tipo de ambientes debido a sus climas desérticos y sus extensas costas. Tanto los organismos que ahí habitan (extremófilos) como las biomoléculas que producen; presentan características únicas y superiores a los de su contraparte mesófilos. Las enzimas quitinolíticas producidas a partir de halófilos tienen aplicaciones en la industria, medicina, agricultura, etc. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue comparar la actividad exoquitinasa de cepas de *Bacillus cereus* aisladas de dos zonas costeras distantes de Sonora, para determinar si existen diferencias relacionadas con el hábitat. La cepa PPSE3 fue aislada de suelo en Puerto Peñasco y la C6 de sedimento de un estanque acuícola en Bahía de Lobos. Se les realizó una caracterización morfológica y bioquímica, resultando ser bacilos gram positivos, esporulados, móviles y catalasa positivos; discreparon en las demás pruebas. Crecen en concentraciones de NaCl de 0-10%, entre 10-50°C y a pH entre 5-11 (PPSE3) y 4-9 (C6). Se determinó la capacidad hidrolítica en caja, observando mayor efectividad de la cepa PPSE3. Se identificaron genéticamente mediante el gen 16S ARNr, como *Bacillus cereus*. Se realizó una fermentación líquida de 10 días, observando un patrón de producción enzimática distinto. La mayor actividad específica para la cepa PPSE3 y C6 fue de 0.95 al sexto día y 2.38 U/mg de proteína al décimo día, respectivamente. El perfil de bandas fue distinto, presentando la cepa PPSE3 una banda con actividad Nhasa de 47 kDa, mientras que la C6 de 63 kDa. En conclusión, a pesar de tratarse de la misma especie se observan diferencias importantes en cuanto al metabolismo; pudiendo tratarse de ecotipos que han tenido que adaptarse a las condiciones que predominan en los lugares de donde fueron aisladas.

## Dinámica de la acumulación de solutos compatibles en el halófilo moderado *Aspergillus sydowii* H1 como respuesta adaptativa al estrés salino

**Eya Caridad Rodríguez Pupo<sup>1,2</sup>, Yordanis Pérez Llano<sup>2</sup>, José Raunel Tinoco Valencia<sup>3</sup>, Francisco Javier Padilla Garfias<sup>4</sup>, Ayixon Sánchez Reyes<sup>3</sup>, María del Rocío Rodríguez Hernández<sup>1</sup>, Ramón Alberto Batista García<sup>2</sup>, Antonio Peña<sup>4</sup>, Jorge Luis Folch Mallol<sup>1</sup>, María del Rayo Sánchez Carbente<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. <sup>2</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. <sup>3</sup>Cátedras-Conacyt-Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México. <sup>4</sup>Instituto de Fisiología Celular, Universidad Nacional Autónoma de México. e-mail: [maria.sanchez@uaem.mx](mailto:maria.sanchez@uaem.mx)

En las últimas décadas, los microorganismos extremófilos han comenzado a estudiarse para comprender su fisiología y su posible relevancia biotecnológica. Dentro de este gran grupo se encuentran los organismos halófilos, que son aquellos cuyo crecimiento óptimo se produce en condiciones hipersalinas ( $\geq 0.5$  M NaCl).

Los organismos halofílicos han desarrollado estrategias adaptativas para tolerar altas concentraciones de sal. Entre estas adaptaciones se encuentran la acumulación de osmolitos en su citoplasma. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* ha sido un modelo de estudio para comprender la halotolerancia, donde se ha descrito que se sintetizan solutos compatibles para contrarrestar el estrés osmótico. Los hongos filamentosos, han sido menos estudiados a este respecto, y existe poca información sobre la dinámica temporal de los solutos en hongos halófilos como Batista-García *et al.*, 2014 aisló la cepa del *Aspergillus sydowii* de halófilo moderado por el cual tiene biotecnología potencial porque puede degradar materiales lignocelulósicos en presencia de sal. Se considera un halófilo moderado ya que la concentración óptima de sal para crecer es 0.5M de NaCl y tolera hasta 2M de NaCl. El objetivo de este trabajo es comprender la dinámica temporal de la acumulación de osmolitos sintetizados por este moderado *A. sydowii* halófilo en condiciones de hipersalinidad. Exploramos la presencia de diez tipos de solutos compatibles estándar, diez polialcoholes (glicerol, manitol, sorbitol, eritritol, arabitol, maltitol, galactitol, ribitol, sorbitol, xilitol) y un azúcar (trehalosa), mediante el uso de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), en diferentes puntos durante los once días del crecimiento cinético en respuesta a diferentes concentraciones de sal (sin NaCl, 0.5 y 2M de NaCl). Además, los niveles de expresión génica de enzimas relacionadas con las respuestas de acumulación de osmolitos se evaluaron mediante qPCR de *A. sydowii* en condiciones halofílicas.

Descubrimos que la concentración de trehalosa, manitol, arabitol, eritritol y glicerol cambia según la etapa de crecimiento del hongo (exponencial o estacionaria) según la condición de salinidad. Mientras que el manitol es el principal soluto acumulado en ausencia de NaCl, mientras que el arabitol y el glicerol se acumularon en presencia de 0.5M y 2M de NaCl respectivamente. Sin embargo, la presencia de otros polioles varía en función de la etapa de crecimiento. Estos resultados muestran que la síntesis y / o acumulación de osmolitos depende de la concentración de NaCl y también de la etapa de crecimiento.

En este estudio, mostramos que solo cinco solutos compatibles relacionados con el estrés osmótico se acumularon en *Aspergillus sydowii*, y que esta acumulación es dinámica en dependencia de la concentración de NaCl y también de la etapa de crecimiento. Este conocimiento contribuirá a la

comprensión de los mecanismos de osmoadaptación hipersalina para el hongo halófilo moderado *Aspergillus sydowii*.

**Bioprospección de hongos promotores de crecimiento vegetal, aislados de la rizósfera de plantas provenientes del desierto de Zapotitlán, Puebla**

**Giovanni Salazar Ramirez<sup>1</sup>, Jorge Luis Folch Mallol<sup>1</sup>, Ramón Alberto Batista García<sup>2</sup>, María del Rayo Sánchez Carbente<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma de Morelos. <sup>2</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma de Morelos. e-mail: giovanudo@hotmail.com

Los organismos terrestres necesitan del agua para crecer y llevar a cabo sus funciones metabólicas. La mejor manera de medir la disponibilidad del agua es mediante la actividad de agua (aw), parámetro que establece el límite para el desarrollo de los organismos. El aumento de las temperaturas y el cambio en los regímenes pluviales tienen efectos directos sobre el rendimiento de los cultivos, por lo que se busca mejorar el rendimiento de estos ya sea por modificación de la planta o con la utilización de microorganismos que puedan conferir protección a la planta. En años recientes se ha incrementado el interés por la búsqueda y caracterización de organismos capaces de crecer en ambientes extremos como el desierto, ya que sus adaptaciones para crecer bajo condiciones extremas les otorgan un enorme potencial biotecnológico. Dadas las condiciones adversas y el incremento de pesticidas como contaminantes se buscan organismos capaces de conferir resistencia a estrés biótico y abiótico en plantas de interés agronómico como lo es el chile (*Capsicum annuum* L.), esta forma parte de la gastronomía mexicana desde épocas prehispánicas y es uno de los productos con mayor potencial de mercado en el ámbito internacional.

En años recientes ha incrementado el interés por la búsqueda y caracterización de organismos capaces de crecer en ambientes extremos como el desierto, donde los organismos más comunes en estos ecosistemas suelen ser xerófilos debido a que poseen adaptaciones para crecer bajo condiciones para crecer bajo condiciones extremas lo que les otorgan un enorme potencial biotecnológico. Dado que los cultivos de chile podrían estar expuestos a sequías repentinas, es conveniente encontrar microorganismos que, puedan proteger a la planta del estrés causado por la sequía permitiendo su supervivencia. Por este motivo se colectaron muestras de rizósfera de plantas que crecen en el desierto de Tehuacán, Puebla, de las cuales se aislaron hongos, cabría esperar que estos confieran resistencia a estrés por sequía en otras plantas.

**Objetivo:** Evaluar la potencialidad de las cepas de hongos aisladas del desierto de Zapotitlán para promover el crecimiento de plantas de chile y la protección contra estrés hídrico en *Capsicum annuum* L.

## Análisis morfológico y molecular de *Aspergillus atacamensis* en condiciones de baja actividad de agua

**Gisell Valdés Muñoz<sup>1</sup>, Irina Jiménez Gómez<sup>1</sup>, Yordanis Pérez Llano<sup>2</sup>, María del Rayo Sánchez Carbente<sup>2</sup>, Jorge Luis Folch Mallo<sup>2</sup>, Nina Gunde Cimerman, Ramón Alberto Batista García<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del Estado de Morelos,

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Los hongos ascomicetos filamentosos en particular del género *Aspergillus*, son modelos especialmente atractivos para el estudio de los mecanismos de tolerancia al estrés osmótico pues pueden crecer en el rango de los valores más bajos de actividad de agua que sostienen la vida (0.75-0.80). *Aspergillus atacamensis* aislado del desierto de Atacama en el 2017, se ha descrito recientemente como un halófilo obligado que muestra su crecimiento óptimo en presencia de 10-15% de NaCl. Con el fin de comprender los mecanismos moleculares y celulares involucrados en la respuesta a condiciones de baja actividad de agua impuesta por NaCl, proponemos analizar comparativamente el transcriptoma de *Aspergillus atacamensis* cultivado en condiciones óptimas (1M NaCl) y de estrés (5.13M NaCl). Métodos: se analizó el transcriptoma a los 4 días de crecimiento del hongo crecido en medio YMB suplementado con 1M y 5.13M de NaCl. La extracción total de ARN se realizó con el kit Zymo-Spin IC. La secuenciación se realizó utilizando la plataforma Illumina HiSeq2500, con extremos emparejados, con una profundidad de 60 millones de lecturas. Posteriormente, Trinity fue usado para la asamblea de novo; Transcodificador para la predicción de ORFs; cuantificación de los niveles de expresión mediante Kallisto/Salomon y análisis de expresión diferencial por DESeq2. Además, se realizará un metanálisis comparativo entre otras especies del género *Aspergillus*. Resultados esperados: Genes expresados diferencialmente en las dos condiciones que están involucrados en la respuesta metabólica y celular de *Aspergillus atacamensis* para contrarrestar el estrés osmótico. Entre estos procesos se pueden destacar los genes involucrados en la modificación de hifas, conidios, vesículas intracelulares, pared celular y su composición, en la síntesis de solutos compatibles, transportadores de iones, y en la melanización del pigmento.

## Aproximación microbiológica en ceniza y piedra porosa de las faldas del volcán mexicano Popocatepetl

**Graciela Espinosa Luna, José Francisco Zameza Mortera, Francisco Rafael Aguilar Olguín, Rosa María Oliart Ros**

Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Instituto Tecnológico de Veracruz. Av. Miguel Ángel de Quevedo No. 2779, Col. Formando Hogar, 91897 Veracruz. México.  
e-mail: roliart@itver.edu.mx

El volcán mexicano Popocatépetl se encuentra entre los límites de los estados de Puebla, Morelos y Estado de México y forma parte de la Faja Volcánica Trans Mexicana. Es un volcán activo monitoreado permanentemente por el CENAPRED y se cuenta con el registro de las exhalaciones, explosiones y sismos derivados de la actividad volcánica. Es de interés biotecnológico estudiar a los microorganismos extremófilos que habitan en las condiciones dadas por la actividad volcánica y se espera encontrar enzimas de utilidad en la industria farmacéutica, alimentaria, biocombustibles, entre otras. El objetivo de este trabajo fue aislar e identificar bacterias termófilas presentes en muestras de ceniza y piedra porosa de las faldas del volcán Popocatépetl así como evaluar su capacidad lipolítica. 1 g de muestra sirvió para inocular 40 mL de medio líquido LB y fue puesto a incubar (150 RPM, 24 h a 55, 65 y 75 °C). Se hicieron diluciones para obtener cultivos puros. Se amplificó el rRNA 16s para su identificación molecular. Se hizo tinción de Gram. Se hizo lisis celular para extraer proteínas y evaluar la actividad lipolítica con *p*-nitro fenil laurato a 40 y 50 °C y zimograma con MUF-butirato. Las cinco cepas termófilas aisladas pertenecen a distintos géneros (*Aeribacillus pallidus*, *Bacillus thermocopriæ*, *Caldibacillus sp*, *Anoxybacillus caldiproteolyticus* y *Parageobacillus caldoxylosilyticus*) y los porcentajes de identidad varían de 98.96 a 99.93 %. La cepa que demostró mayor actividad lipolítica fue *Bacillus thermocopriæ* C255, donde al parecer se trata de una carboxilesterasa termófila asociada a membrana de 66 kDa.

## Observaciones de distintas etapas del ciclo de vida de cianobacterias marinas e hipersalinas cocoides de la franja costera Atlántica mexicana

**H. P. León Tejera, G. Hernández P., Chávez, J., López V., Cabrera Becerril E., García García A. M. E., González, R. L.**

Laboratorio de Ficología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000. Coyoacán, 04510. México, D.F. e-mail: [hlt@ciencias.unam.mx](mailto:hlt@ciencias.unam.mx)

Las cianobacterias cocoides son consideradas generalmente como organismos simples y poco complejos morfológicamente, sin embargo, se ha detectado que algunos de ellas presentan ciclos de vida relativamente complejos en los que se pueden distinguir características morfológicas que permiten discriminar entre familias, géneros y especies. Por este motivo en los proyectos desarrollados en el Laboratorio de Ficología Marina, se inició desde 2017 una colección de cultivos de cianobacterias tanto de localidades marinas como hipersalinas, principalmente. En este trabajo, se presentan algunas observaciones sobre el ciclo de vida de cianobacterias marinas e hipersalinas cocoides de Yucatán que pertenecen al orden Chroococcales generadas tanto de muestras de campo como de cultivos. En ellas ha sido posible observar el desarrollo de ornamentaciones celulares (*Asterocapsa*), distintos planos de división, o la formación de baeocitos u otras estructuras reproductoras que son de gran utilidad para la identificación de este grupo de organismos. Los cultivos provienen de muestras colectadas de modo directo en campo y preservadas en seco y analizadas al microscopio estereoscópico para detectar la diversidad de morfotipos cocoides más conspicuos. Una vez detectados los morfotipos cocoides, una selección de estos fueron cultivados en medio sólido SN en una cámara de cultivo a 24°C con un fotoperiodo 12/12. Una vez detectado el crecimiento, los distintos morfotipos se aislaron y están siendo caracterizados morfológicamente a partir de micrografías. Aquellos que han logrado ser aislados están en proceso de caracterizar con criterios moleculares utilizando el rRNA 16S-23S. Estas observaciones fueron obtenidas como resultado de los proyectos IN225317 y KT016 y LE002 financiados por DGAPA-UNAM y CONABIO respectivamente.

## Clonación y caracterización de una fosfolipasa de *Brevibacillus thermoruber* aislado de la fuente termal Los Humeros, Puebla, México

**Jonathan<sup>2</sup> Lara Sánchez, Rodolfo<sup>1</sup> Quintana Castro, María Guadalupe<sup>1</sup> Sánchez Otero, Carolina<sup>2</sup> Peña Montes, Rosa María<sup>2</sup> Oliart Ros**

<sup>1</sup>Facultad de Bioanálisis, Campus Veracruz, Universidad Veracruzana. Veracruz Ver.

<sup>2</sup>Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz

Las fosfolipasas (PL) son enzimas con amplias aplicaciones en la industria química, de alimentos y detergentes. Son de especial interés aquellas que funcionan en condiciones extremas, como las producidas por los microorganismos extremófilos. *Brevibacillus thermoruber HT42* es una bacteria termófila aislada de la zona geotérmica de Los Humeros, Puebla, México, ubicada en el cinturón volcánico transmexicano. El genoma de *G. thermoruber HT42* fue secuenciado y en el análisis in silico se encontraron 4,117 genes de los cuales 157 (2%) codifican para hidrolasas de las subclases 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4; cinco de ellos codifican para fosfolipasas de las clases A2 (PLA) y C (PLC). Se eligió la PLA para ser clonada y caracterizada en cuanto a su potencial aplicación biotecnológica.

A partir de la secuencia del gen se diseñaron los oligonucleótidos iniciadores, se amplificó el gen por PCR y se clonó en el vector de expresión pET-22b y expresó en *Escherichia coli BL21*. Finalmente, se produjo y caracterizó la fosfolipasa PLA recombinante.

## Aislamiento de Cepas haloalcalífilas de *Trichoderma* y su potencial uso biotecnológico

**Juan Pablo Cabral Miramontes<sup>1</sup>, Vianey Olmedo Monfil<sup>2</sup>, Elva Teresa Aréchiga Carvajal<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Microbiología e Inmunología, Laboratorio de Micología y Fitopatología, Unidad de Manipulación Genética. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. <sup>2</sup>Universidad de Guanajuato, Departamento de Biología, División de Ciencias Naturales y exactas, Guanajuato, Guanajuato, México. e-mail: juan.cabralmiramontes@gmail.com

Las tierras alcalinas abarcan un 42% de la superficie mexicana y son poco útiles para la agricultura, ya que presenta baja materia orgánica, poca permeabilidad, formación de residuos de sales, genera toxicidad por la alta concentración de iones de Cloro, Boro, Bicarbonato, Fosfatos, misma que produce plantas deterioradas por lo tanto es necesario buscar estrategias que permitan mejorar dichos suelos. La diversidad microbiana en suelos alcalinos es un tema poco estudiado. Los hongos haloalcalífilos son una alternativa para regenerar suelos con condiciones adversas o con deficiencia en nutrientes, ya que proporcionan biomasa que es benéfica para el suelo. Además, estudiar su plasticidad metabólica, sus mecanismos de resiliencia y/o adaptación a condiciones de estrés, describimos cómo permite proponer su potencial uso para modificar el micro ambiente en la rizosfera. Varias especies agrupadas en el género *Trichoderma* se han descrito como agentes de biocontrol de fitopatógenos y además como endófitos benéficos de plantas, promoviendo crecimiento y mejorando la defensa vegetal. El municipio de Mina, Nuevo León incluye zonas áridas y semi áridas, que representan un ecosistema particular ya que alberga una enorme diversidad microbiana y vegetación característica como *Agave lechuguilla* y *Ocotillo*. Nosotros estamos interesados en determinar la presencia de cepas ambientales de *Trichoderma* en estas zonas, para posteriormente caracterizarlas en base a: i) su capacidad de crecer bajo condiciones adversas de pH, ii) mejorar las condiciones del suelo para favorecer el crecimiento cultivos agrícolas de la región iii) análisis metagenómico de la rizosfera donde se desarrollan estos microorganismos en iteración con plantas nativas.



## Búsqueda de biosurfactantes en bacterias halófilas aisladas de suelos salinos del Ex –Lago de Texcoco y Sonora

**J.C. Coronado Corral, J. F. Rodríguez López, M. I. Estrada Alvarado, L.A. Cira-Chávez**

Departamento of Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora. Av. 5 Febrero 818 sur. Cd. Obregón, Sonora, 85000 México. e-mail: luis.cira@itson.edu.mx

Los biosurfactantes son moléculas anfipáticas que reducen la tensión en la interfase, incrementando así la solubilidad en agua y disponibilidad de compuestos orgánicos, son producidos por bacterias, hongos, y levaduras. Se analizaron 100 cepas halófilas aisladas de suelos salinos provenientes del ex-Lago de Texcoco y del Estado de Sonora (Yavaros, Bahía de Lobos, Puerto Peñas y Guaymas), para la búsqueda de cepas productoras de biosurfactantes. Las bacterias aisladas fueron seleccionadas usando diferentes métodos como la siembra en agar lecitina y agar rodamina para la determinación de lipasas extracelulares. Los microorganismos seleccionados se sembraron en agar sangre para observar la actividad hemolítica y tener una selección preliminar de producción de los tensoactivos. Los resultados mostraron que de las 100 cepas evaluadas, sólo 13 de ellas son candidatas potenciales para producción de biosurfactantes, siendo éstas las cepas M2K, N31, GR3-3, YRAM72, YIEM1069, BLLSAM1058, HJ02, 30042, 30333, H3(22), C6, Y51301 y GRAM1053. Posteriormente se determinó el Índice de Emulsificación (IE), Estabilidad de la Emulsión (EE), gota colapsada y difusión del diámetro de la gota en muestras obtenidas a partir de fermentaciones líquidas teniendo como sustrato aceite de oliva y diésel. Los biosurfactantes son excelentes agentes para la emulsificación, detergencia, dispersión, mejora del crecimiento microbiano y secuestro de metales; pueden aplicarse en el área de la biotecnología ambiental para la remoción y biodegradación de contaminantes

## Bacterias aisladas de ambientes extremos de Baja California Sur: Una alternativa potencial para el biocontrol del cáncer bacteriano de tomate

**Kevyn Guerra<sup>1</sup>, Carlos Angulo<sup>1</sup>, Rogelio Ramírez<sup>1</sup>, Reyna Romero<sup>2</sup>, Mario Arce<sup>1</sup>, Gregorio Rodríguez<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Av. Instituto Politécnico Nacional #195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, México C.P. 23096. <sup>2</sup>TecNM/Instituto Tecnológico de La Paz2. Boulevard Forjadores 4720, Col. 8 de Octubre Segunda Sección, 23080 La Paz, BCS, México.

El uso de agroquímicos para el control de enfermedades en hortalizas impacta significativamente la salud ambiental y humana. El cáncer bacteriano de tomate es una enfermedad causada por la bacteria *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*). En este escenario, las bacterias de biocontrol (BCM) son alternativas atractivas, en especial cuando son aisladas de ambientes extremos poco explorados. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue identificar bacterias aisladas de ambientes extremos de Baja California Sur con capacidad promotora de crecimiento vegetal (PGPB) y biocontrol del fitopatógeno *Cmm* en plantas de tomate. Para esto se llevó a cabo un tamizaje de las bacterias aisladas de diferentes sitios de muestreo característicos por su hipersalinidad, hiperaridez, o temperaturas mayores a 55°C ( $n= 323$  aislados) con potencial como PGPB y BCM de *Cmm*. En sistemas hidropónicos *in vitro* se evaluó el efecto de biocontrol sobre *Cmm* en plántulas de tomate. Los aislados *B. subtilis* 367 y *B. haynesi* 475B mostraron actividad antagónica contra *Cmm*, además de secretar compuestos con actividad antimicrobiana. Con respecto al biocontrol del cáncer bacteriano de tomate, los principales signos (marchitamiento, clorosis, disrupción del tallo y ondulamiento foliar) se redujeron significativamente ( $p<0.05$ ) hasta un 80% de incidencia en presencia de los aislados *B. subtilis* 367 y *Ochrobactrum sp.* 360. En conclusión, los resultados demuestran que las bacterias aisladas de ambientes extremos de Baja California Sur presentaron actividad promotora de crecimiento vegetal *in vitro* y de biocontrol del cáncer bacteriano en plantas de tomate mediante diferentes mecanismos de acción.

**Las cepas oligotróficas termoacidófilas PA1 y PA2 aisladas del lago cráter El Chichón tienen actividad hidrolítica extrema**

**Lourdes Yaret Ortiz Cortés<sup>1</sup>, Peggy Elizabeth Alvarez Gutiérrez<sup>1,2</sup>, Lucía María Cristina Ventura Canseco<sup>1</sup>, Miguel Abud Archila<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Carretera Panamericana, Km 1080. C.P 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. <sup>2</sup>CONACYT- TecNM-Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. E-mail: peggy.alvarez@hotmail.com; pealvarezgu@conacyt.mx

Los diversos procesos industriales requieren de biocatalizadores que sean estables a temperatura superior a 45°C, en condiciones ácidas y alcalinas. Esto ha ocasionado que se incremente el uso de termozimas para llevar a cabo la catálisis en condiciones extremas. Por esta razón es importante realizar estudios que permitan conocer las estructuras moleculares de las proteínas, así como su función bioquímica y biológica. Es por esto, que el objetivo de este trabajo fue identificar los genes de cinco termozimas hidrolíticas de *Alicyclobacillus sp.*

Se obtuvieron los genomas existentes en el NCBI de *Alicyclobacillus sp.*

Las secuencias en formato FASTA fueron traducidas a proteínas a través de la plataforma Basic Local Alignment Search Tool BLAST del NCBI. Posteriormente se alinearon con una herramienta bioinformática MAFF. Se depositaron en la plataforma HMMER para obtener un perfil un perfil-HMM. Este permitió generar la estructura *in silico* de las termozimas  $\beta$ -galactosidasa, celulasa, xilanasa, lipasa y proteasa.

Se obtuvo la estructura *in silico* de las termozimas  $\beta$ -galactosidasa, celulasa, xilanasa, lipasa y proteasa y se identificaron los aminoácidos involucrados en el reconocimiento del sitio activo. Los residuos de aminoácidos de estas proteínas se encuentran altamente conservados, y se pueden unir a diversos metales divalentes. Estas características pueden ser las responsables de la estabilidad enzimática en condiciones extremas.

Las características estructurales de los dominios de las termozimas estudiadas de *Alicyclobacillus sp* desempeñan un papel importante en la definición de la afinidad y especificidad.

Este es el primer reporte científico que evidencia la estructura de las termozimas en *Alicyclobacillus sp.*

## Análisis transcriptómico de *Aspergillus destruens* en condiciones de baja actividad de agua

**Lyselle Ruíz de León<sup>1</sup>, Deborah González Abradelo<sup>1</sup>, Yordanis Pérez Llano<sup>2</sup>, María del Rayo Sánchez Carbente<sup>2</sup>, Jorge Luis Folch Mallo<sup>2</sup>, Nina Gunde Cimerman, Ramón Alberto Batista García<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del Estado de Morelos,

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. e-mail: [lyselleruizdeleon@gmail.com](mailto:lyselleruizdeleon@gmail.com); [rabg@uaem.mx](mailto:rabg@uaem.mx)

En nuestro planeta existen ambientes que presentan condiciones extremas, donde se desarrolla exitosamente la vida de las comunidades microbianas extremófilas. Entre estos, encontramos ambientes con elevadas concentraciones de cloruro de sodio (NaCl), los cuales presentan un reto a la vida en términos de la baja disponibilidad de agua que imponen sobre los sistemas vivos. Algunos grupos de hongos filamentosos presentan adaptaciones moleculares y celulares que les permiten colonizar con éxito estos ecosistemas. Como modelo especialmente atractivo para el estudio de los mecanismos de tolerancia a condiciones de baja actividad de agua ( $a_w$ ) impuestas por NaCl, sobresale el género *Aspergillus*, dado que algunas especies son capaces de crecer en el rango de los menores valores de  $a_w$  que sustentan la vida (0.75-0.80). Es por ello, que para comprender en detalle la regulación de los genes involucrados en estos mecanismos de adaptación, se realiza el análisis transcriptómico (por triplicado) comparativo de *Aspergillus destruens*, entre la condición óptima de su crecimiento (1.89M NaCl) y la condición de mayor salinidad posible (5.13M NaCl). Este estudio contribuirá a una mejor comprensión de las adaptaciones moleculares que tienen lugar durante el crecimiento de hongos filamentosos en condiciones de baja  $a_w$ , ya que en la literatura no existen estudios moleculares sobre cepas halófilas o xerófilas obligadas de *Aspergillus*, siendo este aspecto de relevancia científica. Las muestras para el transcriptoma se obtuvieron luego de tres días de cultivo, correspondiente a la mitad de la fase exponencial de crecimiento. La extracción de ARN se realizó por el método tradicional de fenol ácido. La secuenciación se realizó con tecnología Illumina HiSeq2500, donde se obtuvieron fragmentos de 150 pares de bases, secuenciados por ambos extremos. La profundidad de secuenciación fue de 40 millones de lecturas por muestra. Las lecturas fueron procesadas bioinformáticamente para revisar la calidad y eliminar secuencias con adaptadores, secuencias sobreexpresadas o de baja calidad. Con el procesamiento del transcriptoma esperamos encontrar genes involucrados en la respuesta a estrés osmótico, como los genes involucrados en la activación de la vía de HOG (High Osmolarity Glycerol), la síntesis de solutos compatibles, la homeostasis de iones, las modificaciones de orgánulos como la pared celular y vacuolas, el transporte y señalización celular, entre otros procesos relacionados con funciones celulares básicas.

## Perspectivas Bacterianas sobre la Formación de Estromatolitos Opalinos del Sistema de Tubos de Lava de Chimalacatepec, México

**Maira N. Luis Vargas<sup>1</sup>, Rafael A. López Martínez<sup>1</sup>, Alfredo R. Vilchis Nestor<sup>2</sup>, Raquel Daza<sup>1</sup> y Rocio J. Alcántara Hernández<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México;

<sup>2</sup>Centro Conjunto de Investigación de Química Sustentable UAEM-UNAM, Toluca, México.

Los sistemas de litificación de cuevas son excelentes modelos para estudiar los procesos de biomineralización en la oscuridad. El sistema de tubo de lava de Chimalacatepec en México, alberga bioespeleotemas cuya formación, según estudios previos, es estromatolítica y en donde el mineral dominante es el ópalo-A. Se ha sugerido que la formación de estromatolitos terrestres opalinos está relacionada con la actividad microbiana del sitio. En este estudio caracterizamos la composición bacteriana de los tapetes microbianos y los estromatolitos encontrados en el tubo de lava, y sugerimos los principales procesos involucrados en la génesis de estromatolitos opalinos. Nuestros resultados mostraron que los tapetes microbianos y los estromatolitos terrestres tienen una composición similar del gen que codifica para la subunidad 16S del ARNr, sin embargo, los estromatolitos contienen más actinobacterias, las cuales han sido encontradas en otros tubos de lava junto con otras bacterias clave. Cabe mencionar que los microorganismos encontrados pertenecían a grupos con el potencial de fijar carbono y degradar materia orgánica. Proponemos que la interacción sinérgica de los microorganismos autótrofos y heterótrofos que prosperan en ambientes obscuro podrían inducir la precipitación de carbonato dentro de las sustancias poliméricas extracelulares (EPS), generando láminas de ópalo-A y calcita. El análisis del gen que codifica para el 16S ARNr y la presencia de posibles vías que inducen precipitación de carbonato en estromatolitos opalinos y tapetes microbianos, sugieren que los tapetes microbianos se litifican y contribuyen a la génesis biótica del estromatolito.

## Prospección de organismos fúngicos aislados de sitios contaminados para la remoción de derivados del petróleo

**Martín Romualdo Ide Pérez<sup>1</sup>, María del Rayo Sanchez Carbente<sup>1</sup>, Jorge Luis Folch Mallol<sup>1</sup>, Maikel Gilberto Fernández López<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Biotecnología. <sup>2</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

En la actualidad el petróleo sigue siendo la fuente principal de energía y de materiales a escala mundial. Entre los derivados del petróleo más utilizados se encuentran la gasolina, el diésel y el keroseno. Los ecosistemas terrestres y marinos a escala mundial han sido afectados por la contaminación causada por derrames accidentales o provocados de estos hidrocarburos. Por lo tanto, se han convertido en un tema preocupante debido a los daños que causan tanto en humanos como en el medio ambiente.

Desde el año 2000 a la fecha se han derramado alrededor de 4 millones 457 mil litros de petróleo crudo y refinado (diésel, gasolina, queroseno), teniendo como principales causas las fallas en la operación, accidentes, infraestructura deficiente o por sustracciones ilícitas. Por estas razones, es que, en las últimas décadas, se han desarrollado estrategias para la remoción de estos compuestos. Entre estas estrategias se encuentra la biorremediación, en la cual se emplean a los microorganismos o bien sus productos, esta puede implementarse en conjunto con otras como la dispersión, adsorción y volatilización de los contaminantes, además de ser de bajo costo y amigable con el ambiente.

En Morelos y otros estados de México, un problema preocupante es la alta cantidad de derrames accidentales, así como causados de combustibles fósiles, por lo cual el presente proyecto tuvo como objetivo aislar e identificar microorganismos capaces de usar derivados del petróleo como fuente de carbono, proponiéndolos como organismos potenciales para técnicas de bioaumentación de sitios contaminados con hidrocarburos.

## Análisis taxonómico y funcional del metagenoma ruminal y sus cambios por el consumo de levaduras

**Nohemí Gabriela Cortés López<sup>1</sup>, Perla Lucía Ordoñez Baquera<sup>1</sup>, Ramón Alberto Batista García<sup>2</sup>, Sonia Dávila Ramos<sup>2</sup>, Hugo G. Castelán Sánchez<sup>2</sup>, Daniel Díaz Plascencia<sup>1</sup>, Beatriz Elena Castro Valenzuela<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

<sup>2</sup>Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México

La degradación del alimento en los rumiantes se lleva a cabo por microorganismos del rumen y para mejorarla se han utilizado aditivos en las dietas. El uso de levaduras en rumiantes ha mostrado mayor producción de AGV y nitrógeno amoniacal, y disminución del ácido láctico, sin embargo, no se han caracterizado los cambios del microbioma ruminal por efecto de este aditivo. Mediante la secuenciación del gen 16S rDNA no se ha logrado identificar todos los microorganismos del rumen. Una alternativa para identificar los microorganismos del rumen es la extracción y secuenciación masiva de ADN metagenómico sin amplificación específica. El objetivo de este estudio fue analizar la diversidad microbiana ruminal en bovinos suplementados con levaduras, para determinar los cambios del microbioma mediante el uso de secuenciación masiva y bioinformática. Se utilizaron tres bovinos alimentados con una dieta basal suplementados con levaduras, T0: control, T1: 150 mL de LEBAS<sup>®</sup>, T2: 300 mL de LEBAS<sup>®</sup> y T3: Diamond V. Se extrajo ADN de líquido ruminal con el kit QIAamp DNA Stool y se secuenció en la plataforma MiSeq de Illumina. Se realizaron la clasificación taxonómica por tratamientos con Kaiju (bacterias, arqueas y virus) y Kraken (hongos y protozoarios); anotaciones en MG-RAST y un análisis CAZy. Se obtuvo un total de 7,692,309 secuencias en los 12 metagenomas y se utilizaron 429,682 secuencias de calidad Phred entre 30 y 40 para la clasificación taxonómica por tratamientos. En promedio el 24.37% de las secuencias se clasificó en Bacterias, 0.48% en Arqueas, 0.24% en Hongos, 0.29% en Protozoarios y 0.38% en Virus. En el análisis CAZy las secuencias se agruparon en las familias glicosil-hidrolasas, glicosil-transferasas y carbohidrato-esterasas.

## Identification of non-*Saccharomyces* native yeast isolated by mezcal fermentation and evaluation the potential production of volatile compounds

Pablo Jaciel Adame Soto<sup>1</sup>, Elva Teresa Aréchiga Carvajal<sup>2</sup>, Silvia Marina González Herrera<sup>1</sup>, Mercedes Guadalupe López<sup>3</sup>, Martha Rocío Moreno Jiménez<sup>1</sup> and Olga Miriam Rutiaga Quiñones<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango, Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica, Durango, Dgo., México. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Unidad de Manipulación Genética del Laboratorio de Micología y Fitopatología, Departamento de Microbiología e Inmunología. Facultad de Ciencias Biológicas, Unidad C Ciudad Universitaria, Nuevo León, México. <sup>3</sup>Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato, Irapuato, Gto., México. e-mail: jaciel\_as@hotmail.com

Volatile compounds (aromatic) production can take place by either extraction from plant materials, chemical synthesis and microorganisms production with through one or another; bioconversion or by de novo synthesis. Bioconversion is a biotechnological process that nowadays is highly valued in cosmetic, food, beverage and perfume industry. It has been reported that non-*Saccharomyces* yeasts a high aromas production potential, also of his great fermentation efficiency processes due to their importance in the formation of alcohols and esters. **The aim** of this study was to molecularly identify and evaluate the potential aroma production of native yeast. **Methods:** Isolated yeasts were molecularly identified by the sequences of the 5.8S rRNA gene and the two internal transcribed spacers 1 and 2 (5.8S-ITS region), Multiple alignment of nucleotide sequences were performed manually using the ClustalW and BioEdit software. The phylogenetic tree was constructed using the neighbor joining method available in MEGA 7 program. The evaluation of potential production of aromas was carried out in fermentations with the addition of L-phenylalanine as a precursor and registered after 24 h of fermentation. Extraction and quantification of aromatic compounds by headspace solid-phase micro-extraction (HS- SPME) and gas chromatograph mass spectrometry (GC-MS). **Results:** Of the total of 36 native yeasts isolated from fermentative environments, 25 of them were identified as *K. marxianus*, sequences were deposited in GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>). All strains produced 2-phenylethylacetate, but strain *ITD0211* production was aoutstanding among all the group, with 203 mg/L. has been reported of the designed and expressed a 2-PEA biosynthetic pathway in *E. coli* and in shake flask cultures with L-Phe (1 g/L) and recorded the generation of 268 mg/L of 2-PEA. This amount is similar to the one reported in yeast *ITD0211*. **Conclusion:** The non-*Saccharomyces* isolated yeasts from *Agave duranguensis* evaluated, have a high variability for the production of aromatic compounds, highlighting the strain *K. marxianus ITD0211* that produces competitive amounts of great biotechnological interest compounds, it is also important to mention that these concentrations have been obtained without genetic modification of yeasts or culture medium optimization.



## Endófitos no rizobiales aislados de nódulos de *Mimosa pudica* con potencial biotecnológico

**Ricardo Sánchez Cruz, Irán Tapia Vázquez, Jorge Luis Folch Mallol, A. Wong Villarreal**

Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos. México. C. P. 62209. e-mail: [rsan9207@gmail.com](mailto:rsan9207@gmail.com)

Las leguminosas tienen la capacidad de hacer simbiosis con diferentes microorganismos, muchas bacterias nódulantes son consideradas bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV), debido a su capacidad para estimular el crecimiento de las plantas, a través de mecanismos directos e indirectos. Existen diversos reportes de bacterias endófitas no-rizobiales con capacidad de estimular el crecimiento de vegetal, por lo que en el presente trabajo evaluamos la capacidad de 10 aislados de nódulos de *Mimosa pudica*, con análisis del gen 16s se identificaron pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae* y resultados de la caracterización de su capacidad para promover el crecimiento de plantas (producción de ácido indol acético, solubilización de fosfato, producción de sideróforos, antagonismo frente a fitopatógenos) demostraron que poseen diversas características aplicables para ser BPCV, además 2 aislados identificados como *Enterobacter sp.* tienen la presencia del gen *nifH1*. Se evaluó el efecto de los aislados en el crecimiento de plantas de frijol, a pesar de que todos los aislados tienen características de BPCV, solo algunas tuvieron efectos benéficos en la promoción del crecimiento de plantas de frijol comparadas con los controles (solución nutritiva y agua), de igual manera se estudió el tipo de interacción que existe entre uno del aislado NOD5 (*Enterobacter sp.* con presencia del gen *nifH1*) con las raíces de plantas de frijol, se demostró la capacidad para colonizar nódulos en presencia de una bacteria rizobial (*Rhizobium etli*) pero no se demostró su capacidad para formar nódulos y fijar nitrógeno.

**Effect of ABA during dehydration and in the Quantum Yield recovery in the desiccation tolerant Moss *Pseudocrossidium replicatum* (Taylor) R.H. Zander**

**Selma Ríos Meléndez, Analilia Arroyo Becerra, Miguel Angel Villalobos López**

Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, 90700 Tlaxcala.

e-mail: [sriosm@ipn.mx](mailto:sriosm@ipn.mx), [mwillalobosl@ipn.mx](mailto:mwillalobosl@ipn.mx)

Desiccation tolerance (DT) is the ability to recover from a vegetative air-dried state and was acquired by the first plants to colonize the earth. Our research group has been studying DT moss *Pseudocrossidium replicatum*, who previous was classified as fully desiccation-tolerant. On the other hand, we were interested in evaluating the effect of the phytohormone abscisic acid during a gametophores water loss. So we gave an ABA pre-treatment to gametophores of *P. replicatum* before dehydration. Freshly collected gametophores were carefully washed, and groups of hydrated samples (100 mg) were incubated in water with or without ABA (10  $\mu$ M or 100  $\mu$ M) during 60 min with gentle shaking. Further, samples were subject to fast or slow dehydration by the exposure to 23% or 67% RH, respectively. Water loss was expressed on a fresh matter basis by recording the fresh weights of the samples until no further change was noted. The QY values of samples were recorded to quantify the maximum quantum yield of the PSII during the dehydration process. We found that an ABA pre-treatment induces a faster water loss and improvement the recovery of QY. Our data suggest that ABA has a protective role in the PSII during dehydration in *P. replicatum*.

## Hongos extremófilos: alternativa para la biorremediación de aguas residuales de mataderos municipales en Morelos

Verónica Ramírez Lona<sup>1</sup>, Ramón Alberto Batista García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químicas e Ingenierías. <sup>2</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. e-mail: ramirez.lona.vero@gmail.com

El agua es imprescindible para la conservación de la vida en el planeta. Actualmente la contaminación creciente de los cuerpos de agua, así como en las fuentes de agua potable, son problemas que demandan atención urgente desde varias disciplinas del conocimiento. Desafortunadamente, la mayoría de los establecimientos que brindan el servicio de sacrificio y faenado animal en el estado de Morelos no disponen de un sistema adecuado de tratamiento para los desechos líquidos y sólidos generados. La sangre es considerada y tratada como un residuo industrial, aumentando el costo de tratamiento y operación del sistema de depuración de estos residuos líquidos. La caracterización particular de las aguas residuales posee alta carga orgánica (200,000 mg/L de DBO<sub>5</sub>) debido a la presencia de sangre como principal contaminante, excremento y contenido estomacal, altos niveles de grasa, fluctuaciones en el pH debido a la presencia de agentes de limpieza como detergentes, altos niveles de nitrógeno, fósforo y NaCl, entre otros compuestos. La biorremediación es una alternativa ecológicamente amigable y sustentable para la remoción de xenobióticos. El desarrollo de estrategias biológicas combinadas con métodos físicos y químicos resulta atractivo para el tratamiento de aguas residuales, como las provenientes de los rastros municipales en Morelos. Los microorganismos tienen la capacidad de producir enzimas hemolíticas que degradan la sangre (lisan los hematíes de los eritrocitos), la mayoría de los hongos existen en el medio ambiente como saprófitos (organismo heterótrofo que obtiene su energía de materia orgánica muerta), sus enzimas presentan baja especificidad lo que les permite degradar una gran variedad de compuestos xenobióticos. En particular, los hongos extremófilos poseen amplias capacidades metabólicas que les permiten crecer en ambientes muy hostiles con propiedades fisicoquímicas muy particulares que limitan normalmente el crecimiento de otros sistemas vivos. Es por ello que el uso de hongos halófilos o halotolerantes puede resultar una alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas con sangre provenientes de los rastros municipales. En este trabajo se estudió el potencial biotecnológico para la biorremediación de aguas residuales de 10 cepas de hongos halófilos aisladas de ambientes hipersalinos de Baja California Sur, seleccionando las 4 cepas con los mejores resultados; La cepa HX4 se logró identificar a nivel de género *Aspergillus*, es halófila (1M NaCl), xerófila ( $a_w = 0.85$  con glicerol), presenta una lisis total, creció en los ensayos con sustrato paja de trigo y olote. La cepa HX6 se identificó como *Penicillium chrysogenum* (99.66%), halófila (1M NaCl), xerotolerante, presenta una lisis total, crecimiento en gasolina y diésel (2%), en 50 ppm HPAs, CMC y olote (2%). En el caso de HX7 se identificó como *Aspergillus versicolor* (99.89%), halotolerante y como xerotolerante, presenta crecimiento en diésel y gasolina (1% y 2%), en 100 ppm HPAs, CMC y olote (2%). Finalmente, la cepa HX10 se identificó como *Aspergillus terreus* (99.77%), halófila (1M NaCl), xerotolerante, creció en 100, 200, 300 ppm HPAs, CMC y olote (2%). Se midió DQO del agua residual prototipo obteniéndose una remoción del 75% para las 4 cepas; *Aspergillus sp.* La DQO disminuyó de 4165.78 a 1059.4 mg/L, *Penicillium chrysogenum* de 4241.04 a

1089.21 mg/L, *Aspergillus versicolor* de 4086.84 a 1053.41 mg/L y *Aspergillus terreus* de 4071.05 a 1150.79 mg/L. También se cuantificó la actividad enzimática en el tratamiento fúngico, teniendo la presencia de actividad; xilanasas, celulasas, amilasas y proteasas. La actividad de proteasas fue mayor en el tratamiento con *Penicillium chrysogenum* con 309.16 U/L, *Aspergillus sp.* 283.45 U/L, *Aspergillus versicolor* 256.34 U/L y *Aspergillus terreus* 209.57 U/L. Se observó crecimiento en HPAs, diésel, gasolina y en diferentes sustratos celulósicos, presentando resultados interesantes por lo que se recomienda profundizar la investigación con estas cepas para posibles estudios de biorremediación en agua y suelo contaminados con estos compuestos. La remoción en los tratamientos del agua prototipo fue de 75% en DQO, la tasa de remoción es alta pero insuficiente para tener niveles máximos permisibles en términos de descargas de aguas residuales tratadas a bienes y servicios nacionales, se recomienda estudiar un sistema fisicoquímico que pueda apoyar el sistema biológico en la remoción de la DQO para estas aguas residuales.

Estudio de las líneas mutantes AsHfb1, AsHfb2 y AsHfb4 del halófilo *Aspergillus sydowii* H1 en condiciones de salinidad

Wendy Méndez Ortega<sup>1</sup>, Yordanis Pérez Llano<sup>1</sup>, Jorge L. Folch Mallo<sup>2</sup>, María del Rayo Sánchez Carbente<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México. <sup>2</sup>Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México. e-mail: [wendxmo@gmail.com](mailto:wendxmo@gmail.com), [maria.sanchez@uaem.mx](mailto:maria.sanchez@uaem.mx)

Los microorganismos halófilos, son aquellos que crecen de manera óptima en presencia de sal, mientras que los halotolerantes pueden crecer en condiciones de hipersalinidad, pero su crecimiento óptimo es en ausencia de sal. Los organismos halófilos son capaces de contender con dos condiciones nocivas para la célula: el estrés osmótico y el estrés iónico. En la actualidad hay pocos hongos halófilos caracterizados, a pesar de sus aplicaciones en procesos biotecnológicos. En el Laboratorio de Biología Molecular de Hongos del CEIB, se aisló la cepa halófila *Aspergillus sydowii* H1, caracterizado como un hongo halófilo moderado. Estudios de transcriptómica de *A. sydowii* en distintas condiciones de salinidad, muestra la expresión diferencial de las hidrofobinas (HFB1, HFB2 y HFB4), se sobreexpresa HFB4 en la condición sin sal mientras que HFB1 y HFB2 se sobreexpresan solo en 2M de NaCl. La expresión diferencial de transcriptos para hidrofobinas se ha observado en otros hongos halófilos en dependencia de la concentración de sal en el medio. Sin embargo, no existen evidencias experimentales que demuestren si la expresión diferencial de estas proteínas le confiere al hongo resistencia a la presencia de sal. Por tales razones, este proyecto tiene como objetivo general: caracterizar el papel de las hidrofobinas en la halofilia del hongo *Aspergillus sydowii* a través del análisis de las líneas mutantes AsHFB1, AsHFB2 y AsHFB4, crecidas en distintas condiciones de estrés salino y osmótico. La generación de las mutantes para los genes de hidrofobinas se realizará mediante el sistema de CRISPR-Cas9. En este sistema, el RNA guía (sgRNA, single chimeric guide RNA) se obtiene como producto de fusión de dos ribozimas que se autoescinden. Los protoespaciadores para cada hidrofobina se diseñarán utilizando el programa E-CRISP. Una vez obtenidas las construcciones, estas serán transformadas por el método de protoplastos. También se realizarán estudios morfológicos comparativos entre las líneas mutantes y la silvestre.

## Especie de zooplancton habitando agua con valores ¿extremos? de arsénico

**Yadira J Mendoza Chávez<sup>1</sup>, Adrián Cervantes Martínez<sup>2</sup>, Martha A Gutiérrez Aguirre<sup>2</sup>, Hiram Castillo Michel<sup>3</sup>, Nadia V Martínez Villegas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., División de Geociencias, C.P. 78216 San Luis Potosí, S.L.P., México, <sup>2</sup>Universidad de Quintana Roo, Unidad Cozumel, C.P. 77600, Cozumel, Quintana Roo, México, <sup>3</sup>ESRF The European Synchrotron, CS 40220, 38043 Grenoble Cedex 9, Francia

El arsénico es un metaloide conocido por ser tóxico en su forma inorgánica pero inocuo en algunas formas orgánicas, como arsenozúcares y arsenobetaina. Por otro lado, el zooplancton es un buen candidato para estudiar el proceso de formación de compuestos organoarsénicos en la red alimentaria acuática, ya que es el primer consumidor de la cadena trófica. Evidencia relativamente reciente sugiere que el zooplancton acumula arsénico en el intestino y que, bajo ciertas concentraciones de arsénico ( $>0.2$  mg/L), el zooplancton ya no puede transformar el arsénico inorgánico en compuestos organoarsénicos inocuos, mientras que la concentración letal de arsénico para el zooplancton es de 3 mg/L. En Matehuala, San Luis Potosí, México, hemos encontrado una especie de zooplancton, *Paracyclops chiltoni*, que habita en agua contaminada con arsénico (53.23 mg/L) que sobrepasa la concentración letal de arsénico para el zooplancton. Nuestros resultados mostraron que la bioconcentración de arsénico en este organismo es de 746.2 mgAs/kg a partir del análisis cuantitativo de ICP y presencia del metaloide mediante mediciones cualitativas de Fluorescencia de Rayos-X por reflexión Total (TXRF). Sin embargo, es esencial confirmar la ubicación específica y especiación del arsénico en el organismo utilizando técnicas moleculares directas para ayudar a comprender aún más la transformación del arsénico inorgánico en compuestos organoarsénicos en organismos de zooplancton metalotolerantes que habitan en ambientes de agua dulce.

## **ANEXO 1: LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO DE EXTREMÓFILOS**

### **Actinomicetos halófilos. Aplicaciones ambientales y biomédicas**

Dra. Ninfa Ramírez Durán. Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México.

Dr. Ángel Horacio Sandoval Trujillo. Universidad Autónoma metropolitana-Xochimilco.

Las investigaciones realizadas por el grupo se centran en tres ejes principales:

1. Estudios de identificación molecular de géneros y especies de actinomicetos presentes en ambientes hipersalinos y ambientes salino-sódicos en la República Mexicana.
2. Búsqueda de cepas de actinomicetos con capacidad para tolerar la presencia de contaminantes ambientales como hidrocarburos, metales pesados y fármacos como contaminantes emergentes.
3. Análisis genómico de actinomicetos halófilos y haloalcalófilos para la detección de sistemas biosintéticos PKS y NRPS y su capacidad para producir moléculas biosintéticas con aplicación en biomedicina.

## **Microorganismos aislados de ambientes extremos en Baja California Sur y sus aplicaciones: una colección biológica del CIBNOR**

Grupo de Inmunología & Vacunología  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Baja California Sur

Dr. Rogelio Ramírez Serrano♥

Dr. Carlos Angulo

♥A la memoria (q.e.p.d.)

En México, la conservación y el aprovechamiento 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. Los microorganismos se aislaron (bacterias, levaduras, hongos, y microalgas) de (1) los vasos concentradores de salmueras (4 - 37% salinidad) de la Salinera “Exportadora de Sal” (Océano Pacífico, Guerrero Negro, BCS) y de (2) las ventilas hidrotermales del Volcán de la Tres Vírgenes en Bahía Concepción (temperaturas de hasta 55°C) (Golfo de California, BCS, México). La colección de microorganismos aislados de ambientes marinos consiste de 686 bacterias, 25 hongos, 6 levaduras, 2 microalgas y 2 cianobacterias con propiedades antimicrobianas, probióticas y/o inmunoestimulantes para el control de patógenos de plantas y animales de importancia en la producción de alimentos. Para el sector pecuario, la suplementación de levaduras *Debaryomyces hansenii* y/o *Yarrowia lipolytica* o sus glucanos estimularon respuestas inmunes en caprinos, lo que promovió un aumento en la resistencia contra la infección por *Escherichia coli* (el agente causal de la colibacilosis). Para el sector acuícola, la suplementación con *Sterigmatomyces halophilus*, *Kluyveromyces lactis*, *Y. lipolytica* ó *D. hansenii* en peces (Huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru*; Dorada, *Sparus aurata*) y/o en camarones (*Litopenaeus vannamei*) aumentó la supervivencia y/o redujo el daño patológico después del reto con el patógeno *Vibrio parahaemolyticus*. Para el sector agrícola, la levadura *D. hansenii* controló el crecimiento y la producción de toxinas de hongos fitopatógenos (*Fusarium proliferatum* y *F. subglutinans*) en el grano de maíz destinado a la alimentación animal y humana. Por otra parte, de bacterias aisladas de ambientes marinos, se seleccionaron cinco bacterias del género *Bacillus* y *Ochrobactrum* que lograron reducir hasta en un 80% la aparición de signos de daño por la bacteria patógena *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* en plántulas de tomate. Finalmente, las pruebas de citotoxicidad ó bioseguridad indicaron que los microorganismos y sus glucanos utilizados son inocuos para ser utilizados en cualquier sector productivo. En conclusión, se ha logrado (1) la identificación de microorganismos aislados de ambientes marinos con propiedades antimicrobianas, probióticas e inmunoestimulantes para plantas y animales de importancia productiva; y (2) sentar las bases para futuros proyectos de aprovechamiento de microorganismos aislados de ambientes marinos de BCS para el combate de patógenos que afectan la producción de alimentos en México.



**Agradecimientos:** A los colaboradores estudiantes y personal del CIBNOR y de otras Instituciones en este proyecto. Al Dr. Ramón Batista de la Red Nacional de Microorganismos Extremófilos por el apoyo brindado.

## **Biología Celular y Molecular de Bacterias, Biología de Crustáceos del Desierto**

Dra. Marisela Aguirre Ramírez  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua

El grupo de Biología Celular y Molecular de Bacterias, Biología de Crustáceos del Desierto Chihuahuense y el grupo Biorretina pertenece al Laboratorio de Cuerpo Académico Consolidado de Biología Celular y Molecular. A través de la línea general de aplicación del conocimiento “Bacteriología y Astrobiología” nos interesa conocer las condiciones óptimas de biomineralización influenciada por *Bacillus subtilis* y sus potenciales aplicaciones biotecnológica. Los mecanismos moleculares de adaptación de *Bacillus subtilis* a sales de interés astrobiológico. Donde participan alumnos de programas PNPC Doctorado en Ciencias Químico-Biológicas y Maestría en Ciencias con Orientación Genómica; así como de las licenciaturas en Química, QFB y Biología.

**Estudio de microorganismos halófilos en el Estado de Sonora con potencial  
biotecnológico**

Dr. Luis Alberto Cira Chávez  
Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora

## **Biotecnología metagenómica de la División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT**

Dr. Rodolfo Gómez Cruz  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco

Grupo multidisciplinario que compartimos la LGAC Biotecnología Metagenómica, Remediación Integral y Tratamiento de Residuos (BMRITR). Actualmente estamos trabajando en la identificación de poblaciones microbianas extremófilas silvestres, de acuíferos subterráneos de tipo kárstico en áreas protegidas. Nuestro interés de trabajo y colaboración es (1) Conservación, Aprovechamiento y Protección de la Microdiversidad Extremófila Silvestre de acuíferos sulfhídricos subterráneos, especialmente de tipo kárstico y de áreas protegidas, para futuras implicaciones biotecnológicas y exobiológicas, y (2) Colaboración en el desarrollo de instrumentos jurídicos complementarios y adecuados para actualizar y modernizar a la LGEEPA en materia de protección de la propiedad intelectual de los productos que se derivan de la biodiversidad para el uso de la biotecnología, prospección biológica y bioseguridad en acuíferos subterráneos del trópico húmedo mexicano (DIJURPI).

## **Biología molecular de hongos extremófilos**

Dr. Jorge Luis Folch Mallol  
Dra. María del Rayo Sánchez Carbente  
Dr. Ramón Alberto Batista García

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos

Nuestro grupo de trabajo está conformado en el Cuerpo Académico “Biotecnología de Plantas y Animales” por los siguientes investigadores: Dr. Jorge Luis Folch-Mallol, Dra. Verónica Lira, Dra. María del Rayo Sánchez, Dr. Ramón A. Batista. Estamos interesados en el aislamiento de hongos extremófilos, entre los que se incluyen los xerófilos, halófilos y psicrófilos, para explorar sus potenciales biotecnológicos en las áreas de bioremediación, protección a plantas comestibles por estrés biótico y abiótico, así como en la degradación de material lignocelulósico. Este último con el fin de obtener enzimas robustas que tengan aplicaciones en distintas áreas industriales. En los últimos años hemos aislado hongos con capacidad de utilizar hidrocarburos policíclicos aromáticos y materiales como paja de trigo y fibras de agave en presencia de altas concentraciones de sal. Por otro lado, realizar la caracterización molecular y celular de las estrategias que utilizan los hongos extremófilos para adaptarse a crecer en ambientes extremos es de relevancia científica y tecnológica por los posibles productos que se pueden obtener de este tipo de microorganismos. Algunas metodologías utilizadas en las distintas áreas mencionadas son: HPLC, genómica, transcriptómica, proteómica, caracterización bioquímica de proteínas expresadas de manera heteróloga entre otras.

## **Ecología microbiana y biotecnología en ambientes hipersalinos de México**

Dr. José Quinatzin García Maldonado  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Mérida

Desde hace más de diez años he realizado estudios de diversidad microbiana en tapetes microbianos de ambientes hipersalinos de Guerrero Negro, Baja California Sur, México. Actualmente hemos incluido también el análisis de otros ambientes costeros en la Península de Yucatán, para la exploración de la diversidad de Bacteria y Archaea y su potencial biotecnológico. Particularmente, estamos investigando microorganismos involucrados en el ciclo del carbono y del nitrógeno a través de secuenciación masiva de genes ribosomales, funcionales y metagenómica. En relación con la Biotecnología, mis principales investigaciones refieren a la degradación de hidrocarburos, producción de bioplásticos y biocombustibles por microorganismos marinos e hipersalinos. Contamos con un laboratorio completamente equipado para el aislamiento y caracterización de microorganismos aerobios y anaerobios, herramientas analíticas y de Biología Molecular, incluyendo un secuenciador Illumina MiSeq. Cuento con 14 publicaciones en revistas internacionales y actualmente tengo 7 alumnos de doctorado trabajando en temas relacionados.

[jose.garcia@cinvestav.mx](mailto:jose.garcia@cinvestav.mx)

## **Promoción del crecimiento vegetal de cepas aisladas de jales mineros en cultivos agrícolas prioritarios del estado de Guerrero**

Dra. Jeiry Toribio Jiménez  
Universidad Autónoma de Guerrero, Guerrero

Es importante mencionar que nuestro grupo de investigación ha aislado y caracterizado cepas bacterianas del suelo, raíz, agua y drenaje ácido de minas de los jales El Fraile, se seleccionaron cepas con capacidad de promoción de crecimiento vegetal (BPCV), éstas BPCV tienen dos mecanismos de acción; uno se emplea para la biofertilización y el otro para el biocontrol, el primero es debido a la fijación de N<sub>2</sub>, solubilización de fosfatos y producción de fitohormonas, en el segundo es por la capacidad de producir diversas enzimas hidrolíticas, sideróforos entre otros. Estas capacidades se emplean para incrementar la producción de biomasa, frutos, aumento en el tamaño de radícula y protección de patógenos en todas las partes de las plantas, y se han usado para incrementar la producción agrícola en los cultivos de jitomate, jamaica, lechuga, chile, maíz y agave en el estado de Guerrero.

**Aislamiento y caracterización de termófilos productores de hidrolasas y análisis de su potencial biotecnológico**

Dra. Rosa María Oliart Ros  
Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz



## **El microbioma de ambientes geotérmicos**

Dra. María Asunción Lago Lestón

Centro de Investigaciones y Educación Superior de Ensenada, Baja California

El principal interés de nuestro laboratorio, es el estudio de las comunidades microbianas tanto desde un punto de vista ecológico, como evolutivo y biotecnológico. Con este fin, estudiamos comunidades de diferentes ambientes y desde perspectivas distintas usando, mayoritariamente, técnicas de secuenciación masiva y análisis bioinformáticos para poder descubrir toda esa biodiversidad y potencialidad oculta. Entre los ambientes que estudiamos, se encuentran las aguas profundas, las áreas geotermales, los volcanes de lodo y los ambientes hipersalinos.

## **Ecología y potencial biotecnológico de comunidades microbianas de ambientes subtropicales**

Dr. Benjamín Otto Ortega  
Universidad Autónoma de Campeche, Campeche

El modelo biológico de estudio en el Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología son los biofilms microbianos, tanto ambientes marinos intermareales como de ambientes subaéreos epilíticos terrestres. El interés del grupo es contribuir al conocimiento de la ecología de estos ambientes considerados como poliextremos moderados, la composición de dichas comunidades, su importancia en la conservación de monumentos (biotecnología y microbiología aplicada a la conservación), así como fuentes de metabolitos de interés biotecnológico tales como exopolímeros, lipopéptidos y colorantes.

## **Microorganismos halófilos como fuente de metabolitos de interés industrial**

Dra. Rosa María Camacho Ruíz

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Jalisco

Biología Industrial es un grupo de investigación del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ). El grupo se formó hace diez años y nuestro quehacer está enfocado a la generación de conocimiento relacionado con el desarrollo de bioprocesos para la producción de metabolitos de interés industrial. El grupo tiene cuatro líneas de investigación principales: Biocatálisis, fermentaciones, biología sintética y bioelectrónica. Una de las líneas prioritarias de Biología Industrial se enfoca en el estudio de los microorganismos extremófilos y sus biomoléculas, esta línea está liderada por la Dra. Rosa María Camacho Ruiz y participan otros investigadores como el Dr. Jorge Rodríguez, Juan Carlos Mateos, Manuel Kirchmayr y Jorge Verdín. Las investigaciones de microorganismos extremófilos se han enfocado a la bioprospección de microorganismos halófilos para la producción de biocatalizadores, pigmentos, biosurfactantes y polisacáridos. Se han estudiado tanto arqueas como bacterias. Gran parte del trabajo se ha realizado con microorganismos propios de CIATEJ que han sido aislados de hábitats salinos mexicanos, por ejemplo la Salina de Santa Bárbara, Sonora y de Cuatrociénegas Coahuila. En particular, la colección de bacterias de Cuatrociénegas Coahuila, ha sido explorada para la producción de exopolisacáridos y biosurfactantes y las arqueas aisladas de Santa Bárbara Sonora se han explorado para la producción de pigmentos como la Bacterioruberina. Los conocimientos generados se han enfocado a la búsqueda de moléculas que puedan tener aplicaciones en la industria, por lo que hemos explorado proteasas producidas a partir de bacterias halófilas aisladas de Cuatrociénegas para la hidrólisis de proteína animal y la producción de péptidos bioactivos.

## **Mosses as models for the study of the molecular response to desiccation (low water activity)**

Dr. Miguel Ángel Villalobos López  
Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del IPN, Tlaxcala  
[mvillalobosl@ipn.mx](mailto:mvillalobosl@ipn.mx)

Mi grupo está interesado en el estudio de las respuestas al estrés abiótico de las plantas y de las bacterias asociadas a ellas. Somos pioneros en México en el estudio de las respuestas a estrés abiótico en musgos. En el altiplano del área central de México hemos identificado y caracterizado fenotípicamente al musgo *Pseudocrossidium replicatum*, el cual presenta el máximo nivel de tolerancia a desecación propuesta para una briofita. Hemos caracterizado fenotípicamente la tolerancia a desecación de este musgo, así como la respuesta a alta salinidad y a temperaturas congelantes de hasta -80°C. Estamos iniciando un nuevo proyecto dedicado a obtener una primera versión del genoma de *P. replicatum*, así como la caracterización de las respuestas a estrés abiótico a nivel transcriptómico. En otra línea de investigación de mi grupo, hemos generado una colección de bacterias que han sido aisladas de suelos áridos y salinos por el método de trampeo usando plantas de *Phaseolus vulgaris*. Las bacterias aisladas de los nódulos obtenidos presentan un alto potencial para ser usadas como bioinoculantes: solubilizan fosfatos, fijan nitrógeno al asociarse con frijol, algunas fijan nitrógeno en vida libre, producen sideróforos, etc. Interesantemente, algunos de nuestros aislados aumentan la tolerancia de frijol y de maíz a condiciones de sequía y salinidad.

**Estudio de la diversidad de Cianobacterias en costras biológicas de semidesiertos en la región central de México.**

Dra. Itzel Becerra Absalón  
Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México

El grupo de trabajo está conformado por el Dr. Gustavo Montejano Zurita Profesor Titular B, la Dra. Itzel Becerra Absalón Profesor Asociado C y la M. en C. Karina Osorio Santos, Técnico Académico Asociado C. Nuestro objetivo es estudiar la diversidad taxonómica de las cianoprocariontes continentales de diferentes ambientes continentales, algunos de ellos son extremófilos como los ambientes aerofíticos y suelos de desiertos y semidesiertos. El grupo de trabajo se ha centrado principalmente en estudiar la región central de México en los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, Morelos y Puebla.

# **Bacterias fotótrofas de ambientes marinos profundos y su aplicaciones biotecnológicas**

Dra. María Teresa Nuñez Cardona  
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Ciudad de México

## **Aislamiento y caracterización de bacterias marinas hidrocarbonoclastas con alta tolerancia a hidrocarburos aromáticos policíclicos**

Dra. Hortencia Silva Jiménez  
Universidad Autónoma de Baja California, Baja California

El grupo de Biodegradación de compuestos tóxicos y microbiología ambiental del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, es un grupo joven cuya integración inició en el año 2015. Nos dedicamos a la bioprospección de microorganismos, particularmente bacterias, con catabolismos hacia compuestos tóxicos, principalmente hidrocarburos, con la finalidad de seleccionar aquellos microorganismos con capacidades para degradar y/o tolerar altas concentraciones de contaminantes y poder ser utilizados en procesos de biorremediación, así como con alto potencial para aplicaciones biotecnológicas. También participamos en el estudio de comunidades bacterianas con capacidades adaptativas a cambios drásticos de condiciones ambientales y en interacción con organismos acuáticos como las macroalgas. Actualmente colaboramos con grupos en los que convergemos en estas amplias líneas de investigación.

**Estudio de la diversidad de Cianobacterias y algas en ambientes extremófilos**

Dra. Hilda Patricia León Tejera  
Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México



## Enzimas termofílicas fúngicas y su potencial aplicación biotecnológica

Dra. María Eugenia Hidalgo Lara  
Cinvestav, Ciudad de México  
[ehidalgo@cinvestav.mx](mailto:ehidalgo@cinvestav.mx)

Con la finalidad de contribuir a la utilización de biomasa vegetal en varios procesos industriales, para generar productos de mayor valor agregado, se hace necesaria la producción de enzimas que presenten actividad lignocelulolítica. En este aspecto, el aislamiento de enzimas nativas y la clonación de nuevos genes que codifiquen para enzimas con esta actividad y que sean efectivas en varias condiciones de operación, representa un paso esencial para el mejoramiento de los procesos industriales en donde estas enzimas sean aplicadas.

En los últimos años, nuestro grupo de investigación se ha enfocado en el estudio de enzimas termofílicas e hipertermofílicas producidas por hongos termófilos aislados de composta de bagazo de caña. Recientemente reportamos la purificación y caracterización de una xilanasa hipertermofílica y termoestable de 82 kDa, llamada TtXynA, la cual fue purificada a partir del sobrenadante de cultivo del hongo termófilo *Thielavia terrestris* Co3Bag1, cultivado en CMC. La xilanasa TtXynA se caracterizó bioquímicamente, observando que su pH óptimo es de 5.5, y presenta más del 80% de su máxima actividad en un intervalo de pH de 4 a 8.5. TtXynA presenta una temperatura óptima de 85°C, y alta termoestabilidad a 70 y 65°C, mostrando una vida media de 3.9 h y de 23 días, respectivamente. Interesantemente, los ensayos de dicroísmo circular (DC) realizados a varias temperaturas sugieren que la xilanasa TtXynA gana estructura secundaria, conforme la temperatura aumenta. Adicionalmente, reportamos la purificación y caracterización bioquímica de una  $\beta$ -1,3-exoglucanasa de *T. terrestris* con actividad óptima a 70°C, que podría ser utilizada para mejorar la digestibilidad de alimento para animales, y agente de control biológico contra hongos fitopatógenos, e.g. *Fusarium* sp.

### Referencias

- García-Huante, Y., Maribel Cayetano-Cruz, Alejandro Santiago-Hernández *et al.* 2017. "The Thermophilic Biomass-Degrading Fungus *Thielavia terrestris* Co3Bag1 Produces a Hyperthermophilic and Thermostable  $\beta$ -1,4-Xylanase with Exo- and Endo-Activity." *Extremophiles* 21 (1): 175–86. <https://doi.org/10.1007/s00792-016-0893-z>.
- Johan Rodríguez-Mendoza, Alejandro Santiago-Hernández, María Teresa Álvarez-Zúñiga, Marina Gutiérrez-Antón, Guillermo Aguilar-Osorio, María Eugenia Hidalgo-Lara. "Purification and biochemical characterization of a novel thermophilic exo- $\beta$ -1,3-glucanase from the thermophile biomass-degrading fungus *Thielavia terrestris* Co3Bag1". *Electronic Journal of Biotechnology* Volume 41, September 2019, Pages 60-71. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2019.07.001>

**Pendiente título**

Dr. Jose Félix Aguirre Garrido  
Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma, Ciudad de México

## **Estudio de microorganismos halófilos en el Estado de Sonora con potencial biotecnológico**

Dr. Luis Alberto Cira Chávez  
Dra. Maria Isabel Estrada Alvarado  
Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora

En los últimos años, el Cuerpo Académico de Biotecnología y Ciencias Agroalimentarias se ha enfocado al estudio de microorganismos halófilos, esto debido al gran potencial que ofrecen como productores de metabolitos de interés industrial.

Principalmente los estudios se han realizado con microorganismos aislados de 2 sitios de interés, el Ex lago de Texcoco, en el centro del País y el Estado de Sonora. Las dos colecciones de microorganismos involucran diversos géneros y especies entre los cuales se encuentran: *Halomonas*, *Nesterenkonia*, *Micrococcus*, *Kocuria*, *Salinicoccus*, *Bacillus*, *Vibrios* entre otros. Dichos microorganismos se han empleado principalmente para la producción de enzimas hidrolasas como son proteasas, amilasas, lipasas y quitinasas. Sin embargo, debido al gran potencial de estos microorganismos, también se han involucrado en estudios de degradación y/o remoción de metales pesados, colorantes tipo azo y plaguicidas, así como en la producción de biosurfactantes y exopolisacáridos.

El grupo de trabajo ha colaborado con algunos investigadores del país, sin embargo, se considera que aún falta unir esfuerzos para mejorar dichas colaboraciones con más investigadores. Esta reunión será de mucha utilidad ya que será la plataforma para el intercambio que favorezcan la red de colaboración.

Las enzimas de microorganismos de ambientes salinos son de importancia científica significativa para la comunidad científica que trabaja en microorganismos marinos y ambientes salinos. Además, nos interesa tener colaboración no solamente para proteger nuevas perspectivas para el intercambio de ideas, sino también nos permitiría interacciones mutuas (intercambio de estudiantes y de profesores de las diferentes instituciones) para llenar la falta de datos científicos en esta área. La exploración de nuevas cepas de bacterias y hongos aisladas de zonas marinas y salinas para la identificación de nuevas enzimas para obtener un proceso viable para de decoloración de los efluentes textiles, producción de surfactantes para su uso en detergentes entre otros.

# **ANEXO 1.**

## **TEMAS PARA LA MESA REDONDA**

### **Diversidad microbiana en ambientes áridos: enfoques de estudio y perspectivas**

Sara Cuadros [srcuadros@gmail.com](mailto:srcuadros@gmail.com) (moderadora)  
María del Rayo Sánchez [maria.sanchez@uaem.mx](mailto:maria.sanchez@uaem.mx) (México)  
Benito Gomez Silva [benito.gomez@uantof.cl](mailto:benito.gomez@uantof.cl) (Chile)  
Nicomedes Valenzuela [nicomedes.valenzuela@uantof.cl](mailto:nicomedes.valenzuela@uantof.cl) (Chile)  
Benjamin O Ortega Morales [beortega@uacam.mx](mailto:beortega@uacam.mx) (México)  
Andrés Yarzabal [yarzabalandres@gmail.com](mailto:yarzabalandres@gmail.com) (Ecuador)  
Laila Pamela Partida Martinez [laila.partida@cinvestav.mx](mailto:laila.partida@cinvestav.mx) (México)  
M Asuncion Rios Murillo [arios@mncn.csic.es](mailto:arios@mncn.csic.es) (España)  
Maria E Farias [mefarias2009@gmail.com](mailto:mefarias2009@gmail.com) (Argentina)

La propuesta es que todos participen en esta mesa redonda (si posible), para transmitir al público nuestras experiencias en aspectos prácticos de los estudios de microbiomas en ambientes desérticos.

Hacer un buzón para recibir sugerencias de los asistentes desde el comienzo del taller hasta el receso del día 22/11.

#### **Tema 1:** Estructura vs. función en comunidades microbianas

El estudio de la diversidad microbiana puede seguir diferentes estrategias experimentales, que pueden ser basadas en cultivo o independientes de cultivo (las ómicas). Los objetivos también pueden ser amplios, desde conocer las funciones ecosistémicas de los microorganismos hasta ocupar sus habilidades metabólicas con fines biotecnológicos.

Se les pedirá que comenten sobre su percepción sobre los diferentes enfoques de estudio de microbiomas de ambientes áridos y cómo se complementan.

#### **Tema 2:** Logística de “terrenos” en ambientes áridos: principales desafíos y dificultades, aprendizaje con la práctica (aspectos que no encontramos en los artículos).

A menudo, la toma de muestras para estudios ambientales implica recorrer largas distancias y enfrentarse con situaciones inesperadas que necesitan de improvisación. Eso suele ser aún más marcado en el caso de ambientes extremos, y los ambientes desérticos no son una excepción (Atacama, Antártica, glaciares tropicales). Les propongo que comencemos conversando sobre los aspectos logísticos de los terrenos, para que los

estudiantes que todavía no experimentaron ese tipo de actividad puedan conocer lo que pasa “detrás de la escena”.

**Se les preguntará:**

- Sobre los locales de estudio:
  - ¿Cómo planifican sus salidas a terrenos?
  - ¿Cómo realizan la elección de los locales para la toma de muestras?
  - ¿Cómo suele ser el primer contacto con un nuevo local de estudio?
  - Cuéntenos sobre su experiencia con imprevistos.
  - ¿Cuáles son los equipamientos que usted suele llevar a terreno?
  - ¿Cuántas personas suelen componer su equipo de trabajo en terreno y cómo cada una aporta?
  
- Sobre la conservación de las muestras
  - La conservación de las muestras es importante para preservar las mismas características del instante de la toma de muestras. Eso es fundamental para estudios transcriptómicos y metagenómicos, por ejemplo.
  - ¿Cómo usted conserva las muestras hasta que lleguen al laboratorio?
  
- Sobre la autorización para la toma y transporte de muestras
  - ¿Cómo es la legislación vigente en su país sobre la toma de muestras para fines de investigación?
  - ¿Ya estuvo en la situación de obtener muestras de otros países?

**Tema 3:** Investigación, desarrollo tecnológico y conservación

Ambientes desérticos son generalmente considerados de poco interés económico. Su conservación también suele ser negligenciada por los gobiernos y la sociedad. Sin embargo, el calentamiento global, la continuada degradación del suelo, la reducción de los recursos hídricos y el avance de la salinización y de la desertificación de muchas áreas que antes eran fértiles nos han llevado a pensar diferentes soluciones tecnológicas basadas en las habilidades de microorganismos que se adaptan a tales condiciones.

**Se les preguntará:**

- Sobre las perspectivas tecnológicas:
  - ¿Usted vislumbra algunos posibles caminos tecnológicos basados en el estudio de las comunidades microbianas que puedan solucionar problemas relacionados a la productividad agrícola y la degradación de suelos?
  
- Sobre la conservación:
  - En muchos ambientes desérticos, la minería ha sido una de las actividades que ha producido mayor impacto. ¿Tiene usted alguna propuesta para la explotación más sustentable de los recursos minerales?
  - ¿Cree que la comunicación científica y la vinculación con el medio pueden apoyar la conservación de estos ambientes amenazados y negligenciados?

¿Ya experimentaron mantener un blog o un perfil en redes sociales para que la sociedad en general pueda acompañar sus actividades de investigación (expediciones, equipo, productos, etc.)? ¿Qué opina sobre eso?