Biotecnológica Magazine

Revista en línea de divulgación biotecnológica



Una anhelada vacuna con un impulso inesperado

POR M. GORETTE SOLÍS LUCERO

Introducción masiva de la tecnología de vacunas de ARNm.

Vol. 1, Número 1

Marzo-Abril de 2023

www.biotmagazine.com

BiotecnoLógica Magazine

BIOTECNOLÓGICA MAGAZINE, año 2023, Vol. 1, No. 1, marzo-abril, es una publicación de divulgación, bimestral, editada por el Consejo Editorial Fundador: Dr. Felipe Ascencio Valle, Dra. Norma Y. Hernández Saavedra y Dra. Crisalejandra Rivera Pérez. http://biotmagazine.com, biotecnologicamagazine@gmail.com. Editor Responsable: Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra, Blvd. Constituyentes 1975, L19 MZB 165, Fracc. Campestre, La Paz, Baja California Sur, C.P. 23090, México. Tel. (612) 12 40674. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2024-022911435400-102; ISSN: En trámite. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. El contenido de los artículos y comunicaciones es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista del Consejo Editorial. Queda prohibida la reproducción total o parcial del contenido por cualquier medio sin la autorización expresa del Consejo Editorial.

Crédito Fotografía Portada: vitanovski de Getty Images a través de canva.
Edición gráfica editorial y página web: Dra. Crisalejandra Rivera Pérez.

BiotecnoLógica Magazine

Revista digital de divulgación científica.

BiotecnoLógica ***Magazine*** es la revista en línea de divulgación biotecnológica dirigida a empresas, investigadores, estudiantes y a todos los que sientan curiosidad por esta innovadora

BiotecnoLógica ***Magazine*** publica artículos en el campo de la biotecnología y ciencias afines. Publica editoriales (mensaje de el o los editores), artículos, notas cortas, héroes entre nosotros (comportamiento o aportación destacada de académicos, estudiantes, técnicos, o ciudadanos en general), personajes (trayectorias), vocabulario, fotografía del mes, infografías, y noticias de actualidad en áreas gubernamentales, académicas, empresariales e investigaciones destacadas, notificaciones de eventos, oportunidades de empleos, propuestas de investigación en el campo de la biotecnología, ciencias biológicas, ciencias de la vida, y ciencias ambientales, acuícolas, agropecuarias, veterinarias y ciencias médicas y biofarmacéuticas.

ORGANISMO RESPONSABLE

biotecnoLógica Magazine

Marca en trámite de registro

CONSEJO EDITORIAL FUNDADOR

Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra
Dr. Felipe Ascencio Valle
Dra. Crisalejandra Rivera Pérez

CO-DIRECTORES EDITORIALES

Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra
Dr. Felipe Ascencio Valle

EDITOR EJECUTIVO

Dra. Crisalejandra Rivera Pérez

biotecnologicamagazine@gmail.com
www.biotmagazine.com
Facebook @biotecnoLogicamagazine

ÍNDICE

VI **EDITORIAL**

1 ***Biotecnología Marina en México***
Crisalejandra Rivera Pérez

6 ***Una anhelada vacuna con un impulso inesperado***
M. Gorette Solís Lucero

12 ***Potencial biotecnológico de hongos aislados de ambientes asociados a Agave lechugilla***
J. Humberto Sánchez Robles, Ana G. Reyes Alvarado, Marisol Cruz Requena, Miguel Ángel Medina Morales

18 ***¿Qué come lo que como?***
L. Mariana Díaz Tenorio, Edgar Cota Galván, Ernesto Gómez Rodríguez

25 ***Identificación de especies de manglar a partir de imágenes de vehículos aéreos no tripulados***
Judith Aviña-Hernández, Raúl O. Martínez Rincón

30 ***Tesoros de diversidad biológica y productividad: Los manglares***
Norma Y. Hernández Saavedra

40 ***Cápsulas de probióticos para alcanzar los propósitos de año nuevo: La producción de compuestos bioactivos que motivan para el ejercicio físico***
Felipe Ascencio Valle

44 ***Uso de guishe de Agave lechuguilla para la obtención de diversos productos para la industria***
Vianey de Jesús Cervantes Guicho, Ana G. Reyes Alvarado, Thelma K. Morales Martínez

47 ***La biotecnología puede aportar soluciones a la crisis alimentaria mundial***
Felipe Ascencio Valle

51 ***De la bioinformática a la cocina***
Cristina Escobedo Fregoso

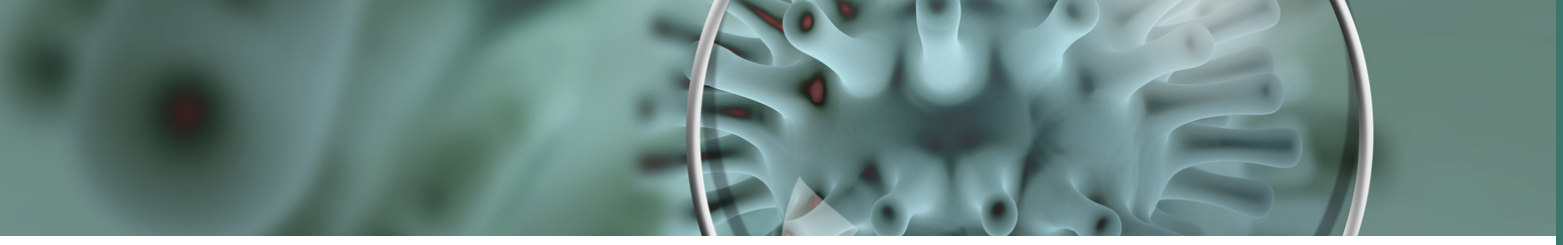
54 ***Thiomargarita magnifica: una bacteria gigantesca***
Norma Y. Hernández Saavedra

59 ***Inversiones a futuro***
Norma Y. Hernández Saavedra

61 ***Confianza ganada***
Delia Irene Rojas Posadas

63 ***Ricardo Rodríguez Estrella***
Personajes - In memoriam

68 ***Ana G. Reyes Alvarado***
Héroes entre nosotros



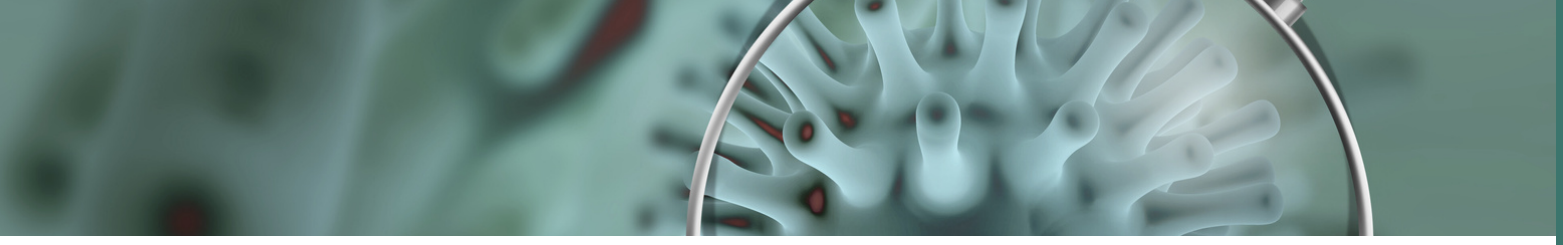
EDITORIAL

Estimad@s Lector@s

Finalmente llego el día. Tenemos el gusto de presentarles **biotecnoLógica *Magazine*,** que es una revista digital, bimensual, en la que hemos trabajado desde el tercer trimestre del 2022 con mucha responsabilidad, interés y dedicación, con la finalidad de ofrecer a Tod@s Ustedes un producto de divulgación ligero, variado, conciso e informativo que nos permita tener un canal de comunicación directo.

Este proyecto inició como una plática de café entre investigadores que consideramos que la ciencia y el conocimiento científico deben ser accesibles a todo público, en un formato amigable y con un lenguaje simple. En general, los científicos somos muy buenos para comunicar nuestro trabajo entre científicos, pero cuando se nos pide explicarlo al público en general entramos en pánico, pues no sabemos como hacerlo. En general, los científicos formados antes y durante los 90's, adolecemos en gran medida de estas habilidades de comunicación, sin embargo, durante nuestro desarrollo profesional hemos estado inmersos en el vertiginoso desarrollo de la era digital, y nos hemos tenido que adaptar y tomar ventaja de estas nuevas herramientas. Además, contamos con el apoyo y la creatividad de los jóvenes investigadores, que no han conocido otra realidad.

Con esta combinación de visiones nació biotecnoLógica Magazine como concepto, pensando en que la biotecnología es una herramienta o enfoque de estudio aplicable o pilar del desarrollo de investigación en casi todas las disciplinas de las ciencias de la vida. Esto coincide con la definición de Biotecnología dada por la Organización para la



Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, por sus siglas en español): “aplicación de los principios de la matemáticas y la ingeniería para el tratamiento de materiales orgánicos e inorgánicos por sistemas biológicos, para producir bienes y servicios”. Las bases de la biotecnología son la biología, ingeniería, física, química, y biomedicina; y los campos de esta ciencia tiene gran repercusión en la farmacología, la medicina, la bromatología, el tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, la industria, la ganadería y la agricultura. Así pues, la biotecnología es un enfoque aplicable a ¡Todo!

Este proyecto ahora es una realidad, y el Consejo Editorial Fundador de **bio**tecnoLógica ***Magazine*** agradece enormemente a todos los autores y coautores que contribuyeron con una obra para este primer número por el apoyo y la confianza depositada en nosotros para cristalizar este proyecto, que ante todo busca la apropiación social del conocimiento.

¡Bienvenidos!

Atentamente,

Consejo Editorial Fundador
biotecnologicamagazine@gmail.com

Biotecnología Marina en México

Crisalejandra Rivera Pérez
crivera@cibnor.mx
CONACYT-Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Sta. Rita Sur, La Paz, 23090, B.C.S., México

De acuerdo a la OCDE (2005), la biotecnología se define como la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como sus partes, productos y modelos, con el fin de alterar materiales vivos o no vivos, para la producción de conocimiento, bienes y/o servicios. Debido a que el campo de acción de la biotecnología es muy amplio Kafarski (2012) desarrolló un código de colores para diferenciar las principales áreas de aplicación de la biotecnología: blanca (industrial), verde (agricultura), azul (marina y agua dulce), roja (farmacéutica), café (biotecnología de desiertos), morada (patentes e invenciones), y amarilla (biotecnología de insectos).

La biotecnología marina, también conocida como biotecnología azul, es la encargada del estudio de los organismos marinos, su aprovechamiento sustentable y respetuoso de la diversidad biológica, mediante herramientas como la biología molecular, celular, bioquímica y la bioinformática, entre otras (Fig. 1).

La biotecnología marina es un área de grandes oportunidades en México ya que nuestro país posee una extensión oceánica del 65%, la cual está constituida por el Pacífico mexicano, los golfos de California y Tehuantepec, y la del Atlántico, con el Golfo de México y el Mar Caribe (Fig. 2).



Figura 1. Aplicaciones de la biotecnología marina.

Su posición geográfica, en términos de litorales y superficie marina, permite albergar una enorme diversidad biológica y ecosistémica que presenta una gran variedad de organismos vivos, desde bacterias hasta eucariotas, los cuales se desarrollan en ambiente muy diversos que demandan mecanismos de adaptación particulares, como es la síntesis de moléculas activas que funcionan como moléculas de señalización, defensa contra depredadores, eliminación de competidores o inhibidor de invasión bacteriana y/o fúngica (Lindequist, 2016).



Cifras
Extensión territorial: 1 964 375 km²
Superficie continental: 1 959 248 km²
Territorio insular: 5 127 km²
Mar territorial: 231 813 km² distribuídos en una franja de 22.2 km
Zona económica exclusiva: 3 149 920 km²
Extensión costera terrestre: 430 000 km²
Plataforma marítima continental: 500 000 km²
Superficie estuarina: 16 000 km²
Lagunas costeras: más de 12 000 km².

Figura 2. Zona Económica Exclusiva de México y cifras. Paneles: Derecho, Composición fotográfica de la Dirección General de Cartografía. La superficie del mar patrimonial mexicano (sombreado en azul rey) es de aproximadamente 2.9 millones de kilómetros cuadrados. (Gobierno de México, 2023).

Aplicaciones de la biotecnología marina

Producción de compuestos bioactivos

Los organismos marinos han sido considerados como una fuente prometedora de compuestos bioactivos. Los compuestos bioactivos son aquellas sustancias que, aunque se encuentran en baja concentración tienen un efecto positivo o negativo en un organismo (Rivera-Pérez y Hernández-Saavedra, 2021). Los organismos marinos han mostrado poseer compuestos bioactivos con actividad farmacéutica como antimicrobianos, antioxidantes, anticancerígenos, etc., ya que están sujetos a ambientes extremos (salinidad, presión, temperatura, etc.), que los fuerzan a producir una gran variedad de compuestos bioactivos. Actualmente, se han descrito más de 13,000 moléculas de origen marino, de las cuales 3000 poseen bioactividad (p.e. proteínas, polisacáridos, pigmentos, etc.) (Gerwick y Moore, 2012).

Las principales fuentes de compuestos bioactivos de origen marino son: bacterias, cianobacterias, algas, esponjas, cnidarios, briozoos, moluscos, tunicados, equinodermos y víboras marinas (Lindequist, 2016), pero sólo algunos de ellos se han caracterizado y comercializado por sus propiedades farmacológicas, , entre ellos están ziconotide y brentuximab vedotin, los cuales son péptidos marinos y un péptido derivado provenientes de moluscos marinos, *Conus magus* y *Dolabella auricularia*, respectivamente, que se usan en conjunto para tratar el linfoma Hodgkin, estos compuestos fueron aprobados en 2011 por la Food and Drug Administration (FDA) de Estados Unidos. Trabectedin, que fue aislada de una ascidia (Ecteinascidia turbinata) y aprobada para su uso contra el sarcoma en el 2007 por la Unión Europea (EU) y en 2015 por la FDA en Estados Unidos. Eribulin mesylate fue aislada de una esponja marina (Halichondria okadai) y aprobada para su uso contra el cáncer de seno en 2010 por la FDA y en 2011 por la EU.

Además, existe una gran variedad de compuestos marinos que se usan con fines de diagnóstico y experimentación, tales como: la proteína verde fluorescente (GFP) aislada de la medusa *Aequorea victoria* y empleada para el etiquetado de moléculas, LAL aislado del cangrejo *Limulus polyphemus* para detección de lipopolisacáridos de bacterias gram negativas, hemocianina KLH del molusco marino *Megathura crenulata*, empleada como acarreador de vacunas para el tratamiento de carcinoma de vejiga. Otros compuestos como tetrodotoxina, ácido okadaico y palitoxina, son toxinas empleadas para el estudio de los canales de iones en células eucariotas. Además, existen otros 20 candidatos que se encuentran en ensayos clínicos fase I, I/II, II o III (Lindequist, 2016). Por lo tanto, los organismos marinos son candidatos para la búsqueda de nuevas moléculas bioactivas que puedan ser útiles en la industria farmacéutica y/o de investigación.

Industria alimentaria

En la industria alimentaria, la biotecnología marina es empleada para la producción de aditivos que pueden ser aplicados durante el procesamiento de alimentos, almacenamiento y fortificación. De acuerdo con Rasmussen y Morrisey (2007) los ingredientes para alimentos de origen marino han sido clasificados como:

1) Pigmentos fotosintéticos: incluye ingredientes como carotenoides, ficobilinas y clorofilas, los cuales se utilizan en la adición de colores a alimentos, pigmentación de salmones o como nutracéutico.

2) Lípidos: incluye ácidos grasos omega-3, EPA, DHA y esteroles. Estos son empleados como nutracéuticos y para formulación de alimentos para la acuicultura.

3) Polisacáridos: ficocoloides (alginato, carragenina, agar), fucoides, entre otros. Estos se emplean como estabilizadores y emulsificantes de alimentos (aderezos, helados, jamones, etc.).

4) Proteínas: colágeno, gelatina, albúmina, protamina. Estos son empleados como estabilizadores, texturizadores, helados, yogurt, etc.

5) Enzimas: Proteasas, lipasas, quitinasas, transglutaminasas. Las enzimas que se extraen de peces, crustáceos y microorganismos marinos presentan ventajas sobre las enzimas tradicionales usadas en tecnología de alimentos ya que pueden funcionar en condiciones extremas de temperatura y pH.

Industria cosmética

La producción de compuestos usados para formulaciones cosméticas es obtenida usualmente de microalgas u otros organismos marinos, seguido de su cultivo en biorreactores (Biotechmarine, 2016). Por ejemplo, Ephemer (Undaria pinnatifida; BiotechMarine®) empleada como compuesto bioactivo en cremas antienvejecimiento, Silidine (Greentech®) empleado la reducir la dilatación de los vasos sanguíneos, X-Cell-30 (Greentech®) empleado como antienvejecimiento y contra la psoriasis, Cellynkage (Lipotec®) empleado como antienvejecimiento. Además, el DG-DNA Complex® el cual es un extracto

enzimático que se emplea en cremas por su resistencia a rayos UV y su capacidad de reparación del ADN (Emiliano, Guimaraes y Netz, 2012).

Biocombustibles

Los biocombustibles de origen marino son producidos por macro y microalgas y representan una alternativa sobre la biomasa terrestre (p.e. cultivo de maíz y caña). Entre las ventajas destacan que la biomasa de macro o microalgas para la producción de biocombustibles es relativamente sencilla, ya que puede ser producida en biorreactores en condiciones controladas, no requieren de áreas físicas extensas como los cultivos de plantas, además de que no requieren fertilizantes (Hargreaves, 2013). El principal biocombustible de origen marino es el bioetanol, este es producido mediante la hidrólisis enzimática de las azúcares mediante un proceso de fermentación. Este se produce principalmente de especies como *Kappachycus alvarezii*, *Ulva pertusa Kjellman*, *Alaria crassifolia Kjellman*, *Laminaria japónica* y *Chlorococum humicola*, entre otras (revisado en Ramachandra y Hebbale, 2020). Si bien la producción de biomasa de macro y microalgas es un proceso sencillo, se requiere de un proceso de optimización para poder establecer las condiciones adecuadas para su cultivo y la producción de bioetanol.

Conclusiones

La biotecnología marina es un campo de oportunidad para el aprovechamiento responsable de subproductos de la pesca y/o de organismos marinos que presentan moléculas de interés para diferentes industrias como la farmacéutica, cosmética, alimentaria y de biocombustibles. Además, la generación de nuevos productos puede conllevar la transferencia de conocimiento a las empresas, que a su vez pueden generar empleo.

Referencias

BiotechMarine. (2016). Obtenido de: https://supplementpolice.com/biotech-marine/

Emiliano A, Guimaraes F., Netz, D.J.A. (2012). Biotecnología Na Obtencao De Ativos E Excipientes Cosméticos. Univali, 2012,1-22.

Gerwick, W.H. y Moore, B.S. (2012). Lessons from the past and charting the future of marine natural products drug discovery and chemical biology. Chemical Biology, 19(1), 85-98.

Gobierno de México. (2023). Título quinto, parte 2: Cartografia. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/3183/titulo_quinto_parte2_Cartografia.pdf; Consultado el 19 de enero del 2023.

Hargreaves, P.I., Barcelos, C.A., da Costa, A.C.A., Pereira, N. (2013). Production of etanol 3G from Kappaphycus alvarezii: evaluation of different process strategies. Bioresource and Technology, 134, 257-263.

Kafarski P. Rainbow code of biotechnology. Chemik 2012, 814-816.

Lindequist, U. (2016). Marine-derived pharmaceuticals – Challenges and Opportunities. Biomollecules and Therapeutics, 24, 561-571

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2005). A framework for biotechnology statistics, OCDE, París.

Ramachandra, T.V. y Hebbale, D. (2020). Bioethanol from macroalgae: Prospects and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 117, 109479.

Rasmussen, R.S. y Morrissey, M.T. (2007). Marine biotechnology for production of food ingredients. Advances in Food and Nutrition Research, 237-292.

SEMARNAT (2018). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Océanos y mares de México. https://www.gob.mx/semarnat/articulos/oceanos-y-mares-de-mexico. Consultado 19 de enero del 2023.

Cita:

Rivera Pérez, C. 2023. Biotecnología marina en México. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 1-5.

Sobre la autora:



Dra. Crisalejandra Rivera Pérez. Investigadora por México, CONACYT. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Laboratorio de Genética Molecular, Programa de Ecología Pesquera y Dirección de Estudios de Posgrado, CIBNOR. Correo: crivera@cibnor.mx. Redes sociales personales (p. ej. RG, SCOPUS: 35330645000, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9746-3225.

Una anhelada vacuna con un impulso inesperado

M. Gorette Solís Lucero
msolis@pg.cibnor.mx
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Sta. Rita Sur, La Paz, 23090, B.C.S., México

La pandemia por COVID-19 llevó a la introducción masiva de la tecnología de vacunas de ARNm, quienes junto con un reporte científico que en ese mismo periodo desveló el causante de una enfermedad neurodegenerativa incurable, impulsó la prometedora posibilidad de salvar a millones de personas de padecerla.

Bien dicen que no hay mal que por bien no venga, y es que a pesar de todo el mal que ocasionó la pandemia de la enfermedad por coronavirus (COVID-19), podemos sacar un bien que ha de beneficiar a millones de personas, al introducir por primera vez en humanos, a las vacunas basadas en la tecnología de ARN mensajero (ARNm) que debutaron de forma masiva luego de los ensayos clínicos de fase I, II y III. Si bien este tipo de vacunas no son nuevas, pues ya tenían años en desarrollo, la autorización e inversión multimillonaria que recibió aceleró su producción a niveles comerciales de forma que probablemente no hubiera sido posible en tan corto tiempo. Los buenos resultados de seguridad y eficacia observados validaron a la plataforma incluyéndola en el futuro de la producción de vacunas, e indirectamente, a vacunas y terapias basadas en ácidos nucleicos también.

Las vacunas de ARNm aprovechan la forma en que nuestro cuerpo produce proteínas para que seamos la fábrica de nuestras propias vacunas. Las moléculas de ARN mensajero son cadenas sencillas de ácido ribonucleico que se producen cuando se copia un fragmento de ADN y con esta información genética, como si se tratara de un molde, se determina el orden en que se unirán los aminoácidos para que la célula pueda producir una proteína, en este caso la proteína S o de espícula del coronavirus causante del síndrome respiratorio agudo severo, abreviado SARS-CoV-2. Estás moléculas son delicadas así que se encapsulan en una capa de lípidos para protegerlas al ser transportadas y para que lleguen a salvo hasta las células. Una vez que la vacuna llega a las células cercanas al sitio de la inyección, la proteína se produce y el ARNm se destruye inmediatamente porque ya cumplió su propósito. La proteína generada es reconocida y atacada por el sistema inmune de la persona vacunada, preparándolo para que pueda defenderse mejor si es expuesta al virus. Esta plataforma biotecnológica tiene como ventajas que las personas pueden ser inmunes a la enfermedad sin exponerse al virus, por lo que la vacuna no es capaz de causarles una

infección; no puede alterar nuestro ADN porque el ARNm se destruye inmediatamente después de concluir su propósito sin entrar al núcleo de la célula; y es muy versátil ya que puede ser utilizada para producir cualquier proteína que permita combatir otras enfermedades. En cuanto a producción se refiere, las vacunas de ARNm tienen la ventaja de poder desarrollarse rápidamente de forma sintética, aumentar la producción en muy corto tiempo, no requieren usar cultivos celulares costosos o el uso de químicos tóxicos que podrían contaminar el producto final con residuos biológicos o químicos.

El gran impulso económico que recibieron las compañías que produjeron las vacunas de ARNm, al ser las más efectivas contra la COVID-19, ha permitido que estas pongan los ojos en otras enfermedades que pueden ser potencialmente prevenidas usando esta plataforma biotecnológica. Una de ellas, la compañía Moderna de Estados Unidos, está dirigiendo sus esfuerzos a combatir otra pandemia, la causada por el virus de Epstein-Barr (VEB), que se estima infecta alrededor del 95% de la población mundial en algún momento de la vida, y que precisamente durante la pandemia tomó relevancia mediática por dos hechos: el reporte de reactivaciones durante la enfermedad y su posible asociación con el COVID-19 prolongado, y por un estudio científico publicado en este mismo periodo que encontró las evidencias de que el VEB es el agente desencadenante de la esclerosis múltiple, una enfermedad neurodegenerativa crónica que hasta entonces no tenía origen conocido y que reduce la calidad de vida de más de 2.5 millones de personas alrededor del mundo, incluidas unas 18,000 en México.

Un viejo conocido que sigue sorprendiendo

El virus de Epstein-Barr (VEB, por sus siglas en español), también conocido como virus del herpes humano 4 pertenece a la familia de los virus del herpes. El VEB ha evolucionado junto con los humanos y es tan común que prácticamente todas las personas se infectan en algún momento de la vida. Se contagia a través de la saliva, por ejemplo al besarse, compartir bebidas y alimentos, usar los mismos vasos, cubiertos o cepillos de dientes, al tener contacto con juguetes que tengan saliva de niños y cosas semejantes, de ahí que sea tan fácil que prácticamente toda la población mundial llegue a infectarse. La mayoría de las personas se contagian en la niñez donde la infección transcurre, generalmente, sin síntomas o con síntomas leves que pueden ser confundidos con otras enfermedades, de forma que es muy probable que tú lo hayas tenido. Los adolescentes, jóvenes y adultos pueden presentar inflamación de garganta, fiebre, fatiga, inflamación de ganglios linfáticos del cuello, bazo agrandado, inflamación del hígado o sarpullido durante dos a cuatro semanas que se diagnostican como mononucleosis infectiva, enfermedad del beso o simplemente “mono”. Luego de superada la infección, el virus no es eliminado completamente del organismo sino que permanece latente en el cuerpo, volviendo a manifestarse en situaciones de estrés o cuando el sistema inmune se debilita.

Este es un fenómeno muy bien conocido en otros miembros de la familia de virus del herpes, como el virus del herpes simple que provoca el fuego labial que vuelve una y otra vez; o el virus de la varicela/zóster que produce la varicela y se reactiva en la llamada culebrilla. Eso pasó también con el VEB en algunas personas cuando su sistema inmune se vio debilitado después de padecer la COVID-19. De hecho, se cree que la reactivación del VEB puede estar involucrada en el desarrollo de la COVID-19 prolongada observada en aquellos que sufrieron síntomas por semanas o meses luego de superar la infección. No es la primera vez que se relaciona a este virus con otras enfermedades, las reactivaciones del virus han sido ligadas a varios tipos de cáncer y enfermedades autoinmunes, es decir, enfermedades donde el sistema inmune ataca al propio cuerpo. A propósito, a inicios del 2022 cuando seguíamos en medio de la pandemia de COVID-19, un estudio hecho a gran escala acabó con el misterio del origen de una enfermedad autoinmune incurable que afecta el sistema nervioso central llamada esclerosis múltiple, probando que el principal responsable es el VEB.

El VEB, la esclerosis múltiple y los tiempos pandémicos

La esclerosis múltiple es una enfermedad donde las defensas del cuerpo atacan la cubierta protectora de los nervios llamada mielina, que está compuesta por proteínas y lípidos, como si se pelaran los cables que llevan la electricidad interrumpiendo la comunicación del cerebro con el cuerpo. Esta enfermedad afecta mayoritariamente a mujeres y, aunque suele ser detectada entre los 20 y 40 años, puede presentarse a cualquier edad. Los síntomas son tan variados que dependen del lugar de las lesiones, pudiendo presentarse problemas de visión y sensitivos, dolor, fatiga, dificultad con el balance y la coordinación, y muchos otros problemas musculares, emocionales y del sistema urinario, por ello, se dice que esta es la enfermedad de las mil caras. En los peores casos se puede afectar el habla, alterar las capacidades cognitivas y provocar parálisis. Cabe decir que muchas de las personas afectadas pueden presentar problemas neurológicos leves con brotes recurrentes que les permiten no presentar síntomas durante gran parte de sus vidas, mientras que otros sufren una progresión rápida, acumulativa y discapacitante. Aunque se sospechaba que su origen tenía relación con alguna infección viral, no se había podido probar con certeza, hasta que en el 2022, científicos de Harvard publicaron en la revista Science los resultados que obtuvieron al analizar 10 millones de muestras de sangre de personal militar que fueron recolectadas a lo largo de 20 años. Ellos encontraron que el haberse infectado con VEB aumentaba 32 veces la posibilidad de desarrollar esclerosis múltiple y que una proteína en la sangre que indica que los nervios se están dañando aumentaba solo después de la infección por VEB. Con estas sólidas evidencias, encontradas en una muestra tan grande (¡de 10 millones!) y que

abarcaba tanto tiempo de seguimiento, se pudo concluir que la principal causa de la esclerosis múltiple es la infección por VEB. Alrededor de las mismas fechas, un grupo de científicos de Stanford reportó su investigación en la revista Nature, donde encontraron que una proteína del VEB se parece a una proteína de la mielina provocando que el sistema inmune se confunda y produzca una reacción autoinmune atacando a los nervios al tratar de eliminar al virus. Con esto ahora conocemos la causa y un mecanismo por el que se padece la enfermedad. Ya que la mayoría de las personas en el mundo se contagian y solo un pequeño porcentaje desarrolla esclerosis múltiple, el VEB es necesario pero no es suficiente para producir la enfermedad por lo que, claramente y tal como se suponía, su desarrollo está condicionado a factores genéticos y ambientales. Este descubrimiento es un gran avance científico, pues si bien hasta el momento la esclerosis múltiple es una enfermedad incurable, ahora que ya se sabe que para padecer esclerosis múltiple es necesario que primero la persona haya sido infectada por VEB, entonces es lógico pensar que previniendo la infección se previene la enfermedad. Con esto en mente, se pensó en crear vacunas, puesto que son la mejor manera de prevenir una enfermedad infecciosa.

Una vacuna moderna

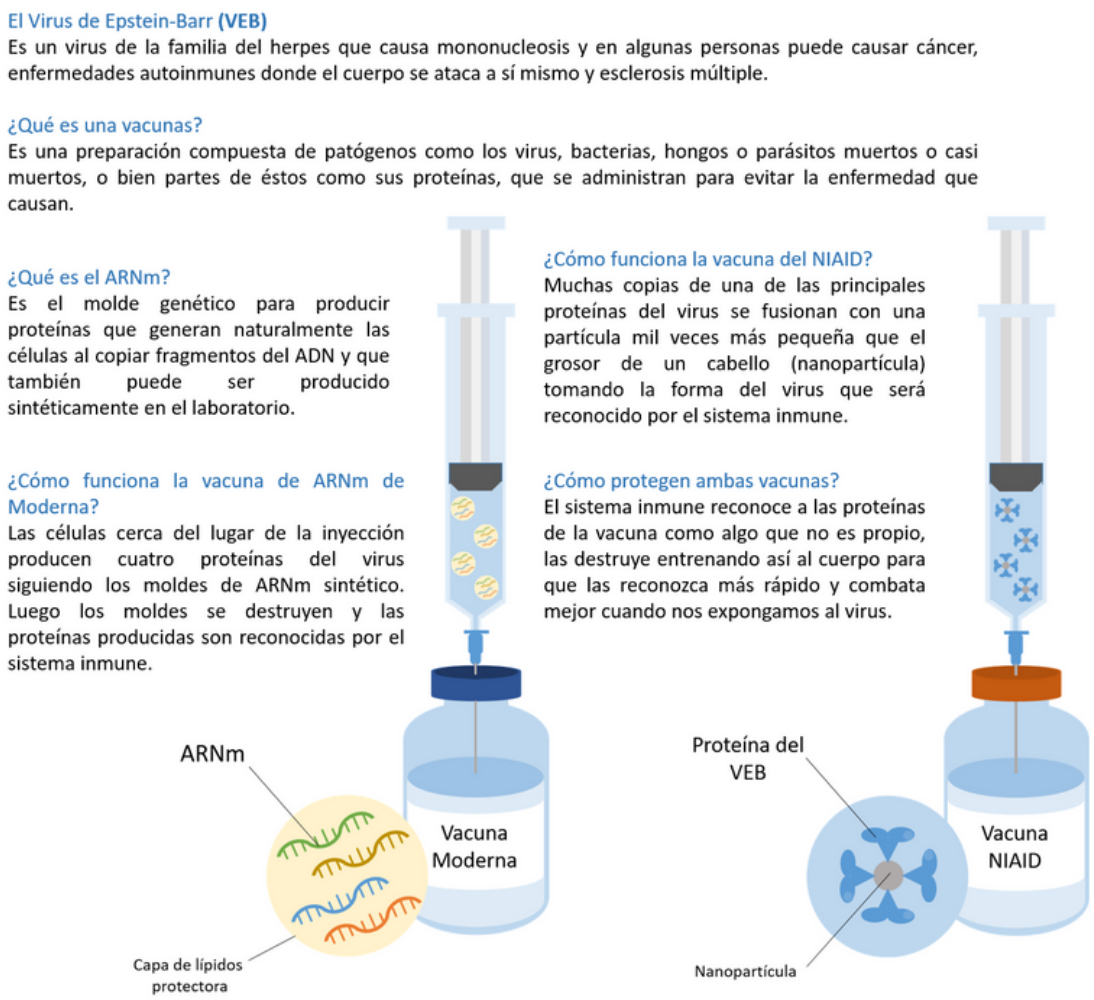
Desde hace unas décadas, cuando se supo que el VEB estaba relacionado con diversos tipos de cáncer y enfermedades autoinmunes, sin olvidar que la mononucleosis aleja a un gran número de personas de sus escuelas y centros de trabajo por varias semanas, se hicieron esfuerzos por desarrollar una vacuna. Sin embargo, el bajo financiamiento y la baja eficacia obtenida desalentaron su creación.

La actual pandemia aceleró el desarrollo de otras vacunas, además de las dirigidas a prevenir la COVID-19, incrementando la inversión en esta área y, junto con la ampliación del espectro de enfermedades atribuidas al VEB, impulsó la búsqueda de una vacuna moderna para prevenir la infección luego de una década sin nuevos ensayos clínicos. Precisamente, la compañía Moderna, con su plataforma de vacunas de ARNm, de forma independiente a al Instituto Nacional de Alergias y Enfermedades Infecciosas del gobierno de Estados Unidos (NIAID, por sus siglas en inglés) que está usando otro formato, ya están llevando a cabo ensayos clínicos probando sus productos.

Hay varios retos a vencer antes de cantar victoria. La esclerosis múltiple, el cáncer y las enfermedades autoinmunes asociadas al VEB se manifiestan décadas después de la infección primaria y en consecuencia los estudios de seguimiento tardarán años en completarse. Para salvar este obstáculo, los primeros esfuerzos se enfocan en evaluar la prevención de la mononucleosis, que tarda entre cuatro y seis semanas en manifestar síntomas luego del contagio. Estos ensayos dirán si estas vacunas son capaces de prevenir la infección, los síntomas y el conta-

gio, o de disminuir el número de partículas virales que se unen a las células y evitar que se diseminen por el cuerpo. Luego habrá que ver si esto es suficiente para evitar o disminuir los males que se desean prevenir. Otra cuestión a tomar en cuenta es que los ensayos se están realizando en jóvenes y adultos, por lo que posteriormente se tendrán que adaptar y probar dosis infantiles, ya que es en esta etapa de la vida donde se contagia la mayoría de la gente. Este proceso lo vivimos muy de cerca, a través de los medios de comunicación, con el desarrollo de las vacunas anti COVID-19.

Los intentos previos para desarrollar una vacuna contra el VEB no tuvieron el éxito deseado debido a la complejidad del virus y a su capacidad para evadir la respuesta inmune. Hoy hay razones para esperar buenas noticias pues el problema se ha abordado de diferentes formas, por ejemplo, la vacuna de Moderna incorporó el ARNm correspondiente a cuatro proteínas del VEB en lugar de una sola, con el fin de robustecer la respuesta inmune contra el virus, mientras que la vacuna del NIAID utiliza la misma estrategia usada en la formulación de la vacuna contra la hepatitis B, esto es, unió



muchas copias de una proteína del VEB sobre una partícula mil veces más pequeña que el grosor de un cabello (nanopartícula), para de cierta manera "imitar la forma del virus", con lo que el sistema inmune responde mejor. Aunado a esto, parece estar surgiendo evidencia en modelo animal, de que una alta carga viral está asociada a la probabilidad de desarrollar esclerosis múltiple, por lo tanto, aunque estas vacunas no logren evitar del todo la infección, esperemos que evitar que el virus se multiplique en grandes cantidades sea suficiente para reducir la incidencia de éste y otros males asociados al VEB. Así que esperemos los resultados de las pruebas para saber si conducen a que esta anhelada vacuna sea una realidad disponible para quien lo necesite o que indiquen el camino a seguir para lograrlo.

Referencias

Bjornevik K, Cortese M., Healy B.C. et al. (2022). Longitudinal analysis reveals high prevalence of Epstein-Barr virus associated with multiple sclerosis. Science, 375(6578), 296-301. https://doi.org/10.1126/science.abj8222

Lanz, T.V., Brewer, R.C., Ho, P.P. et al. (2022). Clonally expanded B cells in multiple sclerosis bind EBV EBNA1 and GlialCAM. Nature, 603, 321–327. https://doi.org/10.1038/s41586-022-04432-7

Cita

Solís Lucero, M.G. 2023. Una vacuna anhelada con un impulso inesperado. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 6-11.



Sobre la autora:

Doctora en ciencias con la orientación en biotecnología siendo su área de estudio las tecnologías de base inmunológica para su uso en acuicultura.

Potencial biotecnológico de hongos aislados de ambientes asociados a Agave lechuguilla

J. Humberto Sánchez Robles[1], Ana G. Reyes Alvarado[2], Marisol Cruz Requena, Miguel Ángel Medina Morales[1]*,*

1. Universidad Autónoma de Coahuila, Venustiano Carranza SN, Col Republica, Saltillo, Coahuila.
2. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, La Paz, Baja California
**Correspondencia: agalvarado@cibnor; miguel.medina@uadec.edu.mx*

Los hongos de los que te hablaremos en este artículo pertenecen al conjunto de microbios asociados al Agave lechuguilla, este agave es una planta que se utiliza en el noreste de México para obtener una fibra, que se le nombra comúnmente ixtle (Fig. 1). Solo se utiliza una parte de la planta (la fibra), lo demás se desperdicia, entonces los hongos que buscamos pueden usarse para convertir de manera biológica este residuo o guishe en compuestos más valiosos.

Los hongos de los que te hablaremos en este artículo pertenecen al conjunto de microbios asociados al *Agave lechuguilla*, este agave es una planta que se utiliza en el noreste de México para obtener una fibra, que se le nombra comúnmente ixtle (Fig. 1). Solo se utiliza una parte de la planta (la fibra), lo demás se desperdicia, entonces los hongos que buscamos pueden usarse para convertir de manera biológica este residuo o *guishe* en compuestos más valiosos.

Para entender un poco mejor:

México es considerado el cuarto país con mayor diversidad biológica en el mundo, como consecuencia de su historia geológica, su ubicación geográfica y su accidentada topografía.

Tiene una riqueza de especies vegetales que representa alrededor del 10-12% de la flora del mundo (Heredia-Acuña, 2014), en donde habitan cerca de 22 mil especies de plantas con flores, 11 mil (50%) de las cuales son endémicas (siempre se presenta en una población dentro de una misma área geográfica) (Villaseñor Ortíz, 2014); entre ellas se encuentran los Agaves.

El estudio de los microbios asociados a las especies de agave es muy importante, ya que participan activamente en la asimilación e incorporación de nutrientes al suelo (lo que le ayuda a la planta), pero además pueden estudiarse por su potencial biotecnológico para transformar material vegetal para obtener otro tipo de compuestos muy interesantes para varios sectores industriales.

En un estudio realizado en 2020, López-Lozano evaluó las interacciones planta-microorganismo en zonas áridas; en este trabajo se caracterizaron a los microbios del suelo en el que se cultiva el *Agave lechuguilla* (*A. lechuguilla*) en el desierto de Chihuahua.

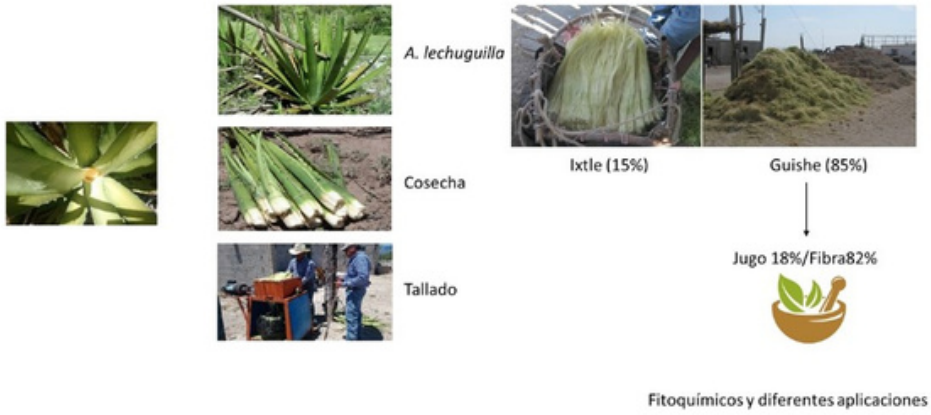


Figura 1. Proceso de tallado de *Agave lechuguilla* para la obtención del ixtle y guishe. Fotografías del equipo de trabajo (INIFAP, UAdeC, CIBNOR)

Ahora sabemos, que los microorganismos más relevantes para el *A. lechuguilla* son actinobacterias (*Plantactinospora*, *Streptomyces* y *Janibacter*) y hongos filamentosos (*Aspergillus*, *Trichoderma y Penicillium)* como los que crecen sobre las tortillas o el pan.

Los hongos son capaces de transformar el material vegetal, porque tienen una maquinaria biológica impresionante, ¡son pequeñas fábricas! (Monclaro et al., 2021; Gupta et al., 2022). Pueden convertir la materia vegetal en compuestos químicos con acción: bactericida, fungicida y/o herbicida con aplicaciones prácticas en la agricultura (Gupta et al., 2022). Entonces, el uso de microorganismos, visto desde el punto de vista de un biotecnológo, es muy importante para que la biomasa vegetal sea más valiosa y así nos sea posible diseñar y obtener nuevos productos (Monclaro et al., 2021; Gupta et al., 2022), amigables con el ambiente.

Ahora bien, el *A. lechuguilla* es una de las especies más abundantes en las regiones áridas y semiáridas de México, y se usa para extraer fibras para elaborar cepillos, brochas y prendas de vestir, sin embargo, el 85% del material vegetal cosechado se desecha (Fig. 1).

En algunos estudios, en el material de desecho (guishe), se han encontrado compuestos con actividad biológica (Morreeuw et al., 2021), que no han podido aprovecharse a nivel industrial por que los procesos para su extracción limitan la caracterización de los productos aprovechables, además de su obtención en grandes volúmenes. Con todo esto, durante nuestras investigaciones hemos aislado hongos endófitos, que quiere decir que viven con el *A. lechuguilla*, y que pueden ser usados para transformar el guishe y aumentar la disponibilidad de compuestos bioactivos con potencial de uso en diferentes aplicaciones agrícolas.

¿Y cómo lo hicimos?

Tomamos muestras al azar de guishe de diferentes zonas productoras de *A. lechuguilla*. Estas zonas se localizan en el estado de Coahuila (Fig. 2).

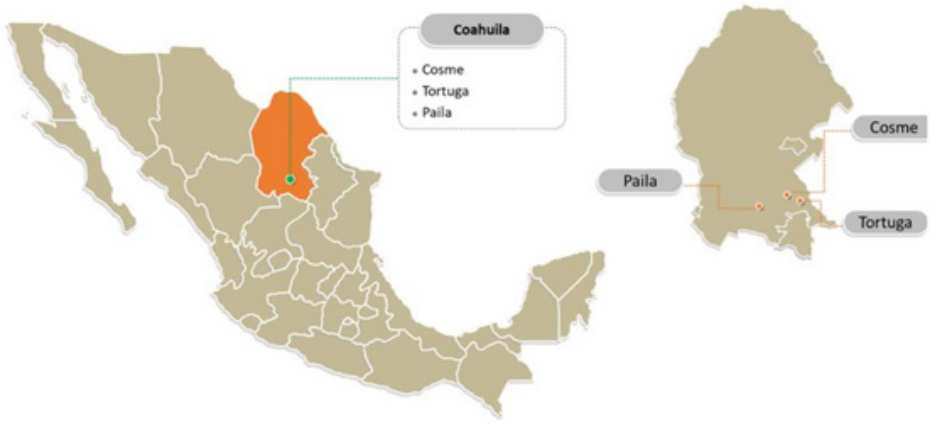


Figura 2. Mapa de los sitios de muestreo.

En cada una de las zonas se colectaron 500 gramos de guishe, que se llevaron al laboratorio para poder buscar a los hongos que nos interesaban.

Para el aislamiento de los microrganismos (actinomycetes y hongos) usamos 10 gramos de cada muestra. Remojamos los 10 gr de guishe con agua estéril y lo dejamos reposar. Al otro día colamos la pulpa, y parte del líquido de los vasitos lo colocamos en cajas petri con un medio específico para hongos y controlando la temperatura y la humedad para que los hongos crecieran de manera óptima.

Después de varios días, revisamos los cultivos (Fig. 3) y seleccionamos los hongos que crecieron mejor y se veían solitos, sin ningún otro organismo alrededor. Para saber qué tan buenos son estos hongos convirtiendo el guishe en otras moléculas, los pusimos a crecer con el guishe en diferentes cantidades (principalmente con 50%), medimos su crecimiento (radial) y lo reportamos en milímetros (Figs. 3 y 4).

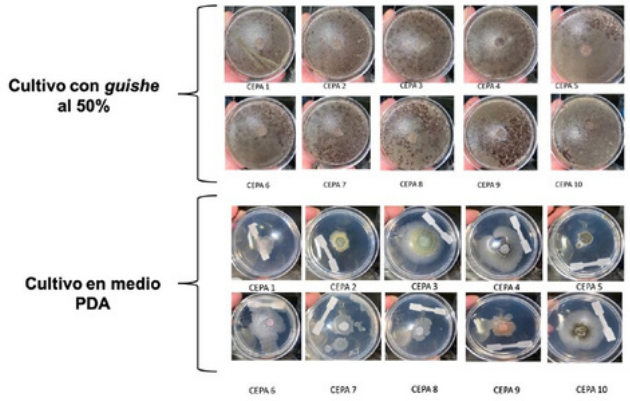


Figura 3. Crecimiento de cada una de las cepas aisladas del guishe de *A. lechuguilla*. A) cultivadas en medio con jugo de guishe al 50%; cultivadas en medio PDA.

Finalmente, nos quedamos con los hongos que crecieron mejor mientras había guishe en su ambiente, ya que esto significa que son capaces de usar los componentes del guishe para vivir y, muy probablemente, producir otros compuestos.

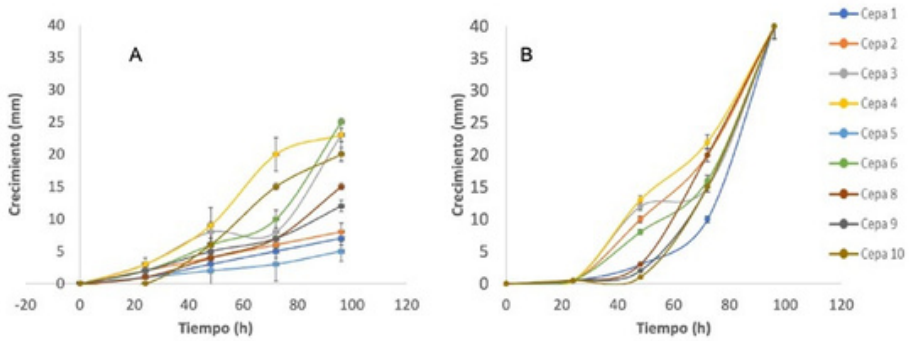


Figura 4. Comparación de las velocidades de crecimiento del las 10 depas de hongos aisladas de guishe. A) en medio PDA B) en medio con guishe al 50%.

Lo que encontramos

Después de trabajar en el laboratorio como lo comentamos antes, de cada una de las muestras pudimos obtener diferentes hongos aislados (cepas). En la Tabla 1 se muestra en la primera columna el número de cepa que le asignamos y en la columna 2 el origen del hongo aislado.

Posteriormente, con base en observaciones a simple vista, usando un microscopio y basados en atlas y manuales de identificación taxonómica, se asignó la especie probable a cada una de las cepas (Tabla 1, columna 3); en algunos casos (cepa 1) no fue posible determinar una especie probable (Moore, 1996; Jennings, 1996). Con esta revisión ahora podemos decir que en el guishe de *A. lechuguilla* que usamos para estos experimentos se encuentran hongos de los géneros *Penicillium spp*, *Trichoderma sp*, *Rhizopus sp*, *Aspergillus sp*, *Cladosporium* sp, *Mucor sp* y *Absidia sp*.

Lo más interesante de nuestros resultados, es que algunos de los hongos que encontramos son famosos y conocidos por degradar celulosa, que es uno de los

Tabla 1. Numero de cepa asignada, localidad y especie probable de los hongos aislados de guishe de *A. lechuguilla*.

Cepa	Origen	Especie Probable
1	Cosme	No determinada
2	Cosme	*Trichoderma sp*
3	Tortuga	*Rhizopus sp*
4	Paila	*Aspergillus sp*
5	Tortuga	*Cladosporium sp*
6	Paila	*Mucor sp*
8	Cosme	*Absidia sp*
9	Cosme	*Mucor sp*
10	Cosme	*Cladosporium sp*

componentes más importantes en las plantas, con esto estamos casi seguros de que estos hongos serán capaces de degradar al guishe para convertirlo en otros compuestos que podrían ser valiosos para la industria como, por ejemplo, los polifenoles y flavonoides, que pueden curar enfermedades de las plantas de manera que evitaríamos usar productos sintéticos. Además, todos los hongos que encontramos crecieron más y mejor cuando en el medio

de crecimiento había 50% de *guishe* en comparación con el medio artificial (Papa-Dextrosa-Agar, acrónimo PDA) en el que solo había los nutrientes que estos necesitan (Fig. 4).

Como conclusión, podemos decir que los hongos que aislamos son capaces de aprovechar al menos algunos componentes del guishe del *A. lechuguilla* y es posible que lo hagan para producir compuestos con valor para la industria. Sabemos que para poder concluir esto debemos hacer más investigación, pero eso, es otra historia.

Las actinobacterias o actinomycetes son bacterias que se encuentran en los suelos y juegan un rol importante en la descomposición de materia orgánica. Estas bacterias renuevan las reservas de nutrientes en la tierra y son fundamentales en la formación de humus.

Referencias

Heredia Acuña C., Alarcón A., Hernández Cuevas L. V., Ferrera Cerrato R., Almaraz Suárez J. J. (2014). Diversidad, ecología e importancia potencial de los hongos endófitos septados obscuros en México. Botanical Sciences, 92(3), 321-333. Link: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982014000300001&lng=es&nrm=iso.

Villaseñor Ortiz J. (2014). Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85:S134-S142. Doi: https://doi.org/10.7550/rmb.31987.

López Lozano N. E., Echeverría Molinar A., Ortiz Durán E. A., Hernandez Rosales M., Souza, V. (2020). Bacterial diversity and interaction networks of *Agave lechuguilla* rhizosphere differ significantly from bulk soil in the oligotrophic Basin of Cuatro Cienegas. Frontiers in Plant Science, 11:1028. Doi: https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01028.

Monclaro V., Caio de Oliveira Gorgulho Silva, Rocha Gómez H. A., Ríos de Souza Moreira L., Ferreira Filho E. X. (2022). The enzyme interactome concept in filamentous fungi linked to biomass valorization. Bioresource Technology, 344(A):126200. Doi: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126200.

Gupta V.K., Kubicek C.P., Berrin J.G., Wilson D.W., Couturier M., Berlin A., E.X.F. Filho, T. Ezeji. (2016). Fungal Enzymes for Bio-Products from Sustainable and Waste Biomass. Trends Biochem. Sci. 41(7):633-645. Doi: 10.1016/j.tibs.2016.04.006

Morreeuw, Z. P., Escobedo-Fregoso, C., Ríos-González, L. J., Castillo-Quiroz, D., Reyes, A. G. (2021). Transcriptome-based metabolic profiling of flavonoids in Agave lechuguilla waste biomass. Plant Science, 305:110748. Doi: 10.1016/j.plantsci.2020.110748

Jennings D.H., Lysek G. (1996). Fulngal biology. Understanding the fungal lifestyle. Bioscientific publishers. United Kingdom UK. ISBN 13: 978-1-4051-3066-0

Moore E. L. (1996). Fundamentals of the Fungy. Prentice Hall. New Jersey. ISBN 9780133768640 y 0133768643

Cita

Sánchez Robles, J.H., Reyes Alvarado, A.G., Cruz Requena, M., Medina Morales, M.A. Solís Lucero, M.G. 2023. Potencial biotecnológico de hongos aislados de ambientes asociados a *Agave lechuguilla*. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 12-17.

Sobre los autores



Humberto Sánchez – Robles: es estudiante de Doctorado en Biotecnología, con especialidad en desarrollo de productos orgánicos para la agricultura, su evaluación en ambientes relevantes y la transferencia al mercado mexicano.



Ana Gisela Reyes- Alvarado: es Investigadora por México comisionada en CIBNOR, trabajando en el desarrollo de biotecnologías para incentivar la transferencia al sector productivo. Especialista en metabolismo secundario. Es investigadora nacional nivel 1.



Marisol Cruz – Requena: es investigadora posdoctoral CONACYT en el departamento de Parasitología en la Universidad Autónoma Antonio Narro trabajando en la evaluación de jugo de gishe de Agave lechuguilla bioprocesado sobre bacterias fitopatógenas.



Miguel Ángel Médina – Morales: es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Coahuila, su línea de investigación incluye procesos biotecnológicos para el aprovechamiento de biomasa en la obtención de compuestos de valor agregado.

¿Qué come lo que como?

L. Mariana Díaz Tenorio, Edgar Cota Galván y Ernesto Gómez Rodríguez
Instituto Tecnológico de Sonora
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias
5 de febrero 818, C.P. 85000 Ciudad Obregón, Sonora, México.
**Autor de correspondencia: lourdes.diaz@itson.edu.mx*

Cuidar la alimentación de aquellos organismos que están destinados para nuestro consumo es un factor determinante para alcanzar una calidad final que nos permita disfrutarlos y a la vez nos nutran sin hacernos daño. En este artículo se abordará el valor nutricional del camarón, así como sus requerimientos nutricionales para obtener un alimento que disfrutemos con nuestros sentidos.

Introducción

Seguramente has escuchado la frase: "Eres lo que comes" pero, ¿alguna vez te cuestionaste que tan cierta es?

La alimentación es una de las actividades vitales más importantes para un organismo, a través de ella obtenemos los elementos indispensables para realizar las funciones vitales, como el desarrollo del cuerpo. En conjunto, proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales ayudan a realizar acciones como el movimiento, crecimiento, reproducción, defensa contra enfermedades, entre otras. Por medio de procesos digestivos los alimentos son procesados y transformados, esto para obtener moléculas que servirán como base para la construcción de las células que conforman los órganos vitales, mismo que mantiene al cuerpo fuerte y saludable. Por ello, la calidad de los ingredientes que componen la dieta de un organismo está sumamente relacionada con la calidad de vida, es decir, si un organismo lleva una dieta pobre en nutrientes esenciales estará condenado a desarrollar un cuerpo débil y susceptible a enfermedades, por el contrario si su alimentación es balanceada con ingredientes de buena calidad, presentará un cuerpo fuerte y sano, ideal para nutrir y deleitar el paladar de quien lo coma.

Con el fin de obtener alimentos de buena calidad, el humano ha desarrollado métodos de producción de alimentos tanto de origen vegetal como animal. Actualmente, biólogos, agrónomos, biotecnólogos y tecnólogos de alimentos buscan nuevas condiciones y tecnologías de producción, las cuales generarán alimentos ricos, nutritivos e inocuos.

Bajo esta idea, en el presente artículo abordaremos cómo se establece una dieta apropiada para un organismo de interés en la industria alimentaria como lo es el camarón patiblanco del Pacífico, este es el crustáceo más común en la dieta de la población mexicana, quien consume 1.8 kg al año por habitante. Al comerlo, obtendrás un aporte proteico alto acompañado de su sabor tan característico, además contribuirás a la eco -

nomía del país, pues México es el séptimo mayor productor del mundo de este recurso para venta nacional e internacional.

A continuación, abordaremos los aspectos biológicos del camarón patiblanco, así como sus fuentes de alimento, requerimientos nutricionales y cómo su dieta impacta en la calidad final del producto contestando así la pregunta: ¿Qué come lo que como?

Camarones peneidos: aspectos biológicos

¿Te preguntarás qué son los camarones de mar? Pues definamos, el término "camarón" se aplica a varias especies de crustáceos emparentados con los cangrejos y las langostas.

El camarón se encuentra en altamar en su forma silvestre, pero también se puede producir mediante cultivos en granjas acuáticas. En México hay más de 1,447 granjas dedicadas a la producción, comercialización y distribución de este delicioso alimento, favorito de muchas familias mexicanas (COMEPESCA, 2018).

La principal especie de crustáceos cultivados es el camarón patiblanco, cuyo nombre científico es *Litopenaeus vannamei*, siendo los principales países productores: China, Tailandia, Indonesia, Brasil, Ecuador, México, Venezuela, entre otros (FAO, 2018).

El camarón patiblanco es un crustáceo decápodo (tiene 10 patas), nativo de la costa oriental del Océano Pacífico desde las costas de Sonora, México y hasta Tumbes en Perú, cuyas aguas normalmente están a más 20 °C.

Los camarones se caracterizan por presentar patas articuladas y presentar un cuerpo protegido por un caparazón, el cual necesita desprenderse cada determinado tiempo para su crecimiento. Durante su desarrollo presenta diferentes formas, desde que es huevo hasta juvenil, que es la forma que conoces.

En la figura 1 te mostramos el ciclo de vida y las formas que toma el camarón. Los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que la postlarva nada a las costas a pasar la etapa juvenil, más adelante en su etapa adolescente y pre adulta se muda a estuarios, lagunas costeras y manglares, ahí está protegido mientras crece. Cuando están listas para reproducirse, las hembras liberan entre 100 y 250 mil huevos con tamaño de un grano de arena.

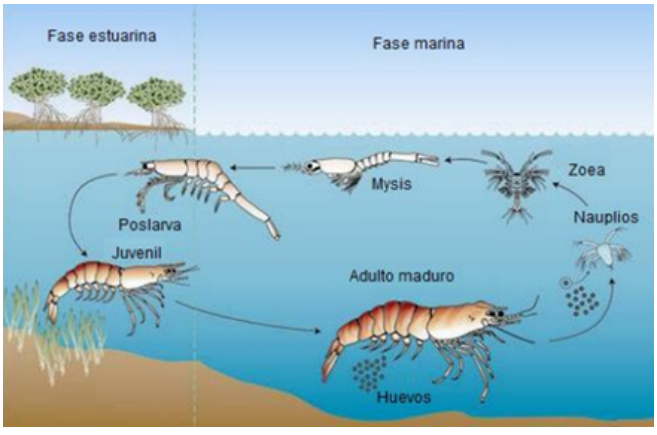


Figura 1. Ciclo biológico del camarón. Fuente: CSIRO, 2011.

Una vez que los huevos son fertilizados, pasan casi 16 horas y se transforma a nauplios (etapa de larva), estos pequeños no requieren alimentación, ya que se nutren de su reserva embrionaria. Las siguientes etapas son zoea, mysis y postlarva temprana respectivamente, estas viven flotando en la superficie del mar, se alimentan del fitoplancton y zooplancton, después de un tiempo son transportadas a la costa por las corrientes, al convertirse en postlarva (PL) cambia sus hábitos alimenticios, empiezan a vivir en el fondo, alimentándose de materia orgánica en descomposición, gusanos, bivalvos y otros crustáceos.

Requerimientos nutricionales en cultivo de *L. vannamei*

Debido a que la pesca de camarón en el mar no es suficiente, es necesario cultivarlos, para esta actividad uno de los factores más importantes es la alimentación, por lo que, al elaborar la comida del camarón se debe encontrar un equilibrio entre la nutrición, costo y generación de residuos. A veces, el alimento puede llegar a representar la mitad del costo de producción (Molina y Villarreal, 2008). Para un camarón el proceso de alimentación comienza desde que detecta su comida hasta que la asimila. Una vez ingerido el alimento se fragmenta en el estómago, posteriormente, se da inicio a una degradación enzimática en un órgano blando de color anaranjado, llamado hepatopáncreas, aquí los nutrientes se absorben y almacenan. Finalmente, de estos obtiene las moléculas y energía para su desarrollo; con lo que no alcanza a degradar o asimilar forma las heces fecales (Martínez Cordova, 1999).

Los requerimientos nutricionales del camarón patiblanco están bien establecidos, sabemos que la proteína es el actor principal, de ahí la importancia de seleccionar la mejor materia prima. La estructura del tejido muscular y conectivo es de proteína (cadenas de aminoácidos), entre otros usos, también es empleada para crear enzimas que formarán parte del sistema inmunológico de nuestro crustáceo (Martínez, M., 2006). La calidad de las proteínas se establece con base en el perfil de aminoácidos. Existen 10 aminoácidos esenciales que el camarón necesita obtener en su comida, pues su cuerpo no puede fabricarlos, estos son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Molina, 2015).

Según Molina, 2015 otras fuentes importantes de energía son los lípidos, indispensables para la nutrición de crustáceos, estos pueden dividirse en ácidos grasos, triglicéridos, ceras y esteroles que sirven principalmente como almacenamiento y transporte de “combustibles” metabólicos. Los carbohidratos en los camarones y peces sirven como fuente de energía para realizar las funciones metabólicas con poco almacenamiento de estos. La inclusión de carbohidratos en la dieta de crustáceos permite que las proteínas presentes se utilicen para el crecimiento del organismo y no como fuente de energía, esto resulta en

una mejor ganancia de peso y tasa de conversión alimenticia.
Los carbohidratos en los camarones y peces sirven como fuente de energía para realizar las funciones metabólicas con poco almacenamiento de estos. La inclusión de carbohidratos en la dieta de crustáceos permite que las proteínas presentes se utilicen para el crecimiento del organismo y no como fuente de energía, esto resulta en una mejor ganancia de peso y tasa de conversión alimenticia. Los camarones al cocinarse se tornan a color naranja, esto es gracias a los carotenoides (pigmentos) que toma de las microalgas o nauplios de *Artemia* que come. En los organismos cultivados, estos pigmentos se añaden al alimento en forma de astaxantina, ya sea sintética o natural (Aguirre et al., 2012).

Los camarones silvestres se alimentan de lo que encuentran en el medio donde viven, el origen tan diverso que da pie a una amplia variedad de macro y micronutrientes, para el caso de los cultivados, el alimento consiste en croquetas de composición constante, por lo que no hay variación significativa. En la Tabla 1 se presenta la composición química de camarón proveniente de un sistema de cultivo donde se compara el análisis bromatológico de camarones silvestres contra los de cultivo, podemos observar que no hay una gran variación entre los componentes generales, sin embargo, existe la evidencia de que tanto la textura, sabor y olor de camarones varía según el origen, siendo los silvestres más suculentos. Entonces, ¿la alimentación tiene o no que ver con las características de nuestros ¿camarones? La respuesta es afirmativa, pues si bien en conjunto la cantidad no varía, es la diversidad en los tipos de moléculas que conforman cada grupo, lo que ofrecen sabores-colores diversos, así como estructuras heterogéneas, lo que resulta en texturas diferentes.

Tabla 1. Contenido calórico y composición química del camarón marino y de cultivo por 100 gramos de porción comestible (Palma, 2015).

Composición	Camarón entero de cultivo	Camarón entero Marino
Energía (kcal/100)	92.0	95.0
Humedad (%)	76.5	76.1
Proteína (%)	20.1	20.3
Lípidos (%)	0.9	0.9
Cenizas (%)	1.6	1.3
Carbohidratos (%)	1.0	1.4

Fuentes de alimento

La formulación de una dieta (qué come y cuándo), parte desde la selección de ingredientes, estos deben ser de la mejor calidad y adecuados para el desarrollo del organismo en cultivo, ya que es importante la asimilación y aprovechamiento de los nutrientes presentes en su alimento.

La selección de ingredientes tiene un impacto directo en la textura, hidroestabilidad, uniformidad, capacidad productiva (extrusión o peletización), factibilidad (costo) y por sobre todo en su calidad nutricional, En la Tabla 2 mostramos la composición de un alimento balanceado para camarones.

Tabla 2. Análisis proximal del alimento comercial

Compuesto	Criterio	Valor (%)
Proteína cruda	MIN	35.0
Grasa cruda	MIN	6.5
Fibra cruda	MAX	4.0
Humedad	MAX	12.0
Ceniza	MAX	12.0
Elementos libres de nitrógeno		30.5

Proteínas y lípidos: los actores principales en la nutrición del camarón

Hoy en día, la harina de pescado y la harina de soya son fuentes proteicas de uso común en dietas para organismos acuáticos dadas sus buenas cualidades nutricionales, sin embargo, son fuentes que tienen un impacto ambiental significativo. Para la obtención de la soya serían la deforestación, el uso y manejo del agua, el uso de plaguicidas, entre otros. En la fabricación de la harina de pescado, tenemos la sobrepesca, el exceso de energía para el secado, la generación de compuestos de deterioro por el manejo postcosecha del pescado, etc.

El mismo problema se enfrenta al seleccionar un aceite de pescado el cual es una excelente fuente de lípidos, especialmente en términos de ácidos grasos esenciales, para la elaboración del alimento balanceado. El aceite de pescado, especialmente el aceite corporal, es rico en triacilgliceroles, que comprenden los principales componentes de las grasas almacenadas, generalmente contribuyendo en 90% de la composición total de ácidos grasos.

La acuicultura busca nuevas fuentes de proteínas y aceites esenciales (Tabla 3) que permitan disminuir el uso de las fuentes convencionales, claro, sin perjudicar el crecimiento de los camarones, así como la calidad esperada.

Tabla 3. Nuevas fuentes para la sustitución parcial de harina y aceite de pescado en alimentos para camarón patiblanco.

Fuente de proteína	% de inclusión de proteína	Fuente de Lípidos	% de inclusión de lípidos
Levadura	40.0	Aceite de oliva	50-70
Carne porcina	34.3	Aceite de canola	80
Harina de gluten de maíz + harina de calamar	36.8	Aceite de maíz	50
Amaranto + harina de calamar	30.2	Aceite de linaza	50
Camote	37.8	Aceite de palma	50
Microalga (*Haematococcus pluvialis*)	32.0	Microalga (*Spirulina platensis*)	25-100
Maíz, sorgo, trigo y soya	35.0	Microalga (*Schizochytrium sp*)	12-100

Conclusión

¿Qué come lo que como? Hablando de camarones podemos decir que es omnívoro, esto significa que come de todo, para poder desarrollarse necesita alimentarse por lo que requiere de proteína, grasas, carbohidratos y microelementos como vitaminas y minerales. Cuando es silvestre, comerán lo que encuentren en su hábitat, cuando el alimento escasea se alimentan de los residuos de los fondos acuáticos, donde si el medio está contaminado, son susceptibles

de acumular compuestos químicos tóxicos o parásitos, es por ello que los mares deben conservarse limpios, ya que al ser capturados y consumidos por los humanos podrían causar enfermedades, intoxicaciones o alergias. Si bien los camarones cultivados no están exentos de ello, la probabilidad de presentar este tipo de problemas es relativamente baja.

Macronutriente: compuesto o sustancia química que un ser vivo debe consumir en cantidades relativamente grandes desarrollarse y conservar su salud. Ejemplos: proteínas e hidratos de carbono.

Micronutriente: sustancias químicas que un ser vivo requiere en muy pequeñas cantidades para realizar procesos relacionados con el desarrollo y la salud. Su falta, puede desencadenar enfermedades críticas. Ejemplo: vitaminas y minerales.

Bromatológico: análisis de alimentos que nos indica cualitativamente y/o cuantitativamente la composición y concentración de sus componentes.

Hábitat: entorno en el que un ser vivo se desarrolla solo o en conjunto con otros, está compuesto por factores físicos y geográficos.

Referencias

Aguirre-Hinojosa, E., Piña-Valdez, P., Garza-Aguirre, M., Guzmán-Ramírez, L., Montoya-Olvera, R., Torres-Quiroga, O., Nieves-Soto, M. 2012. Efecto de las xantofilas de la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta* l) en la acumulación de astaxantina y la sobrevivencia de postlarvas del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Revista Mexicana de Ingeniería Química. 11, 2, 249-257.

FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Martínez, M. 2006. Efecto de la proporción proteína/energía dietética en el desempeño biológico de *L. vannamei* en baja temperatura. Tesis de maestría. Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora.

Molina-Poveda C, Villarreal-Colmenares H. 2008. Proyecto II.8 Optimización de alimentos y estrategias de alimentación para una camaronicultura sustentable. Estrategias de alimentación en la etapa de engorda de camarón. CIBNOR, CYTED y PRONACA. La Paz, B. C. S. México. 130 pp.

Molina, C. 2015. Evaluación de varias fuentes de proteína vegetal en dietas para el camarón *Litopenaeus vannamei*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ciencia Animal.

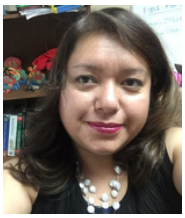
Palma, C., 2015. Calidad alimentaria del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* en función de la dieta y del sistema de enfriamiento durante la cosecha. Tesis maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento Académico de Biología Marina. Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras. La Paz, Baja California Sur.

Ward, C. 2011. Prawn fishing industry in the Gulf of Carpentaria. CSIRO. Recuperado de https://csiropedia.csiro.au/prawn-fishing-industry-in-the-gulf-of-carpentaria/

Cita

Díaz Tenorio, L.M., Cota Galván, E., Gómez Rodríguez E. 2023. ¿Qué come lo que como? BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 18-24.

Sobre los autores



Dra. L. Mariana Díaz T. es profesora investigadora del Instituto Tecnológico de Sonora, especialista en temas de evaluación del efecto de factores pre- y post mortem en la calidad de alimentos de origen acuático.



M.C. Edgar Cota Galván y Biol. Ernesto Gómez estudiantes de doctorado y maestría del ITSON, expertos en acuicultura de camarón y en evaluación de la calidad de organismos acuáticos

Identificación de especies de manglar a partir de imágenes de vehículos aéreos no tripulados

*Judith Aviña-Hernández y Raúl O. Martínez-Rincón**
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC. Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur; La Paz, B.C.S. México; C.P. 23096.
Correspondencia: rrincon@cibnor.mx

La identificación de especies de manglar por medio del uso de imágenes aéreas puede ser de gran utilidad para describir en detalle su distribución espacial a nivel local, además permite describir su estructura de tallas si se aplican técnicas de fotogrametría. Esta información permite tomar medidas de manejo más adecuadas para este tipo de ecosistemas a nivel local.

Manglares de ecosistemas áridos

Un manglar es un humedal costero adaptado a la influencia de las mareas donde crece una amplia diversidad de especies desde árboles de mangle, arbustos, palmeras, pastos halófilos, helechos, entre otros. Estos humedales costeros ofrecen una amplia variedad de servicios ecosistémicos como protección contra marejadas y aumento del nivel del mar, reservas de biodiversidad y grandes almacenes de carbono. Los manglares se distribuyen en 118 países de las regiones tropicales, subtropicales y templadas a nivel mundial. En 2018 se estimó una extensión de 137,600 km² de manglares a partir de un método automatizado de mapeo global (Bunting et al., 2018).

Los manglares de climas áridos son propios de las regiones subtropicales entre las latitudes 20° a 33° norte y sur. Los podemos clasificar de acuerdo con un índice de aridez (AI, por sus siglas en inglés) que expresa la proporción entre la precipitación media anual y la evapotranspiración, en semiáridos (0.2 < AI < 0.50), áridos (0.05 < AI < 0.2) e hiper-áridos (AI < 0.05) (Adame *et al*., 2020).

En estos ambientes áridos los bosques de manglar se establecen dentro de cuencas hidrográficas estrechas con limitados aportes de agua dulce, por lo que se distribuyen en parches de reducida extensión a lo largo de la línea costera. A pesar de que se encuentran en los rangos límites de su distribución y bajo condiciones extremas como baja precipitación, hipersalinidad, amplias fluctuaciones de temperatura y alta incidencia de la radiación solar, esta vegetación se ha adaptado tanto fisiológica como morfológicamente para mantener altas tasas fotosintéticas, baja evapotranspiración y un crecimiento usualmente como bosques densos de árboles enanos con una altura menor a 3 m (es decir, ecotipo de matorral) (Ochoa-Gómez et al., 2019). En México este tipo de manglares se distribuyen a lo largo de la costa Pacífica de la Península de Baja California y en el Golfo de California y se

componen de tres especies de mangle *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo) (Vázquez-Lule *et al*., 2019).

En Baja California Sur las tres especies de mangle tienen características morfológicas (color y tamaño) que permiten distinguirlas con facilidad (Figura 1). El mangle negro tiene hojas más delgadas y largas con una coloración blanquecina por la presencia de sales; el mangle blanco tiene hojas más redondeadas y con una coloración más amarillenta (con respecto a las otras especies); el mangle rojo tiene hojas más anchas y con una coloración verde oscura. Con respecto a las tallas promedio se han reportado valores de 2.6, 3.4 y 3 m del mangle negro, blanco y rojo, respectivamente (Ochoa-Gómez, 2020).

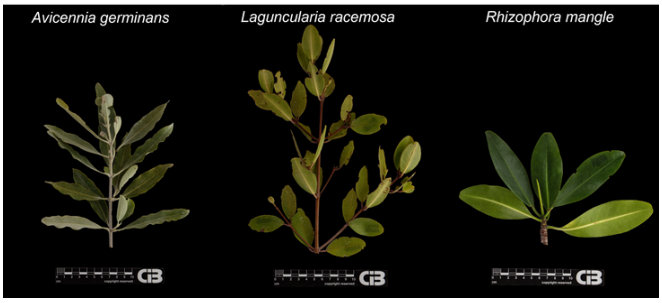


Figura 1. Fotografía de las hojas de mangle negro (izquierda), mangle blanco (centro) y mangle rojo (derecha).

Fotografía aérea mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados

Acceder a ecosistemas de humedales costeros tales como los bosques de manglar para realizar muestreos de campo puede ser costoso, difícil e incluso riesgoso. Una buena alternativa para complementar los estudios en bosques de manglar es obtener información sobre la estructura de la vegetación a partir de sensores remotos (imágenes de satélite y aéreas) (Howard *et al*., 2018). Las mediciones con sensores remotos pueden realizarse a distintas resoluciones espaciales (mm, cm, m) y espectrales (luz visible e infrarrojo), dependiendo del tipo de sensor es posible identificar distintas características de la vegetación, entre mayor resolución tenga el sensor se podrá tener mayor detalle de análisis. Algunas plataformas como los satélites Landsat ofrecen alta resolución espectral con 11 bandas espectrales que capturan la reflectancia de la superficie terrestre dentro del espectro visible de la luz (440-650 nanómetros) e infrarrojo cercano (850-2100 nanómetros), sin embargo, la resolución espacial es bastante gruesa (30 y 100 metros). Por otra parte, los vehículos aéreos no tripulados cuentan con sensores remotos de alta resolución espacial (a nivel de centímetros o inferior en función de la altura a la que se vuele) y resolución espectral dentro del espectro visible de la luz y en algunos casos infrarrojo cercano. Adicionalmente, a partir de las fotografías aéreas obtenidas con vehículos aéreos no tripulados, es posible generar productos como modelos de elevación del terreno, modelos de elevación de la superficie, modelos de altura de la vegetación e índices de vegetación. Toda esta información derivada de los vehículos aéreos no tripulados es particularmente importante para describir con alto detalle las características espaciales de los manglares

de ecosistemas áridos, facilitando incluso la identificación de especies para conocer su distribución espacial.

La distribución espacial de los manglares de México ha sido descrita en varias localidades, particularmente en Baja California Sur se ha observado que existe una zonificación por especie de mangle altamente relacionada con la distancia a los cuerpos de agua como lagunas y canales, el mangle rojo usualmente se distribuye al margen del agua, seguido por el mangle blanco y usualmente el mangle negro en la parte más alejada de los cuerpos de agua (Domínguez-Cadena et al., 2016). Desde una perspectiva aérea es posible observar estos patrones de distribución de las especies de mangle, pero la validación en campo es muy importante para la correcta identificación de las especies a partir de las imágenes aéreas (Figura 2).

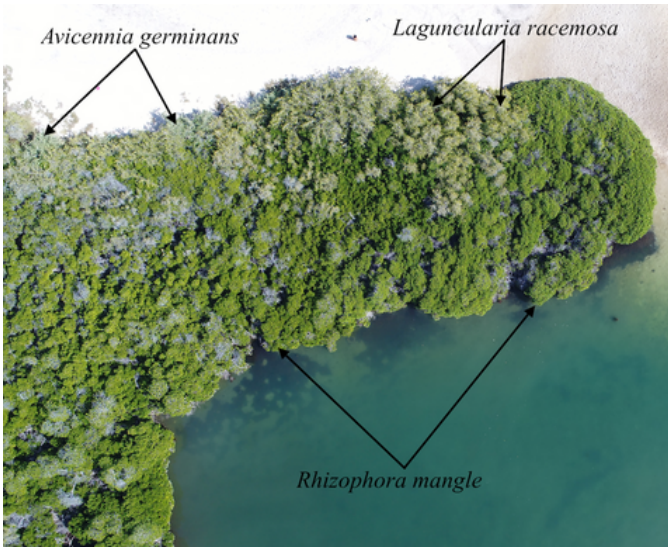


Figura 2. Fotografía aérea con detalles de la distribución de las especies de mangle.

Firma espectral de las especies de manglar

Las plantas tienen en sus hojas pigmentos que le permiten realizar fotosíntesis, existen varios tipos de pigmentos, pero el más abundante y presente en la mayoría de las plantas es la clorofila-a. Este pigmento tiene una alta capacidad de absorción de la luz en la parte del azul y rojo, por el contrario, refleja la luz en la parte del verde, es por esto que las plantas se ven de este color. Además, la clorofila-a tiene una alta capacidad de reflejar la luz en el infrarrojo cercano, sin embargo, esto no es visible para los humanos.

Entre especies de plantas (incluyendo a los manglares) existe una ligera diferencia en el comportamiento de las características espectrales, explicada debido a diferencias en los componentes químicos de las hojas como la cantidad de pigmentos fotosintéticos, por ejemplo, el mangle negro en promedio refleja una mayor cantidad de energía en el azul con respecto a las otras especies, mientras que el mangle blanco refleja un poco más en el rojo, y el mangle rojo refleja más energía en el infrarrojo cercano (Fig. 3). No obstante, el patrón de reflectancia de manera general muestra que las tres especies de mangle reflejan mucho en el infrarrojo cercano.

Identificación de especies de manglar

Como la información previa sugiere, las características espectrales de la vegetación (valores de reflectancia e índices de vegetación), en conjunto con modelos de al-

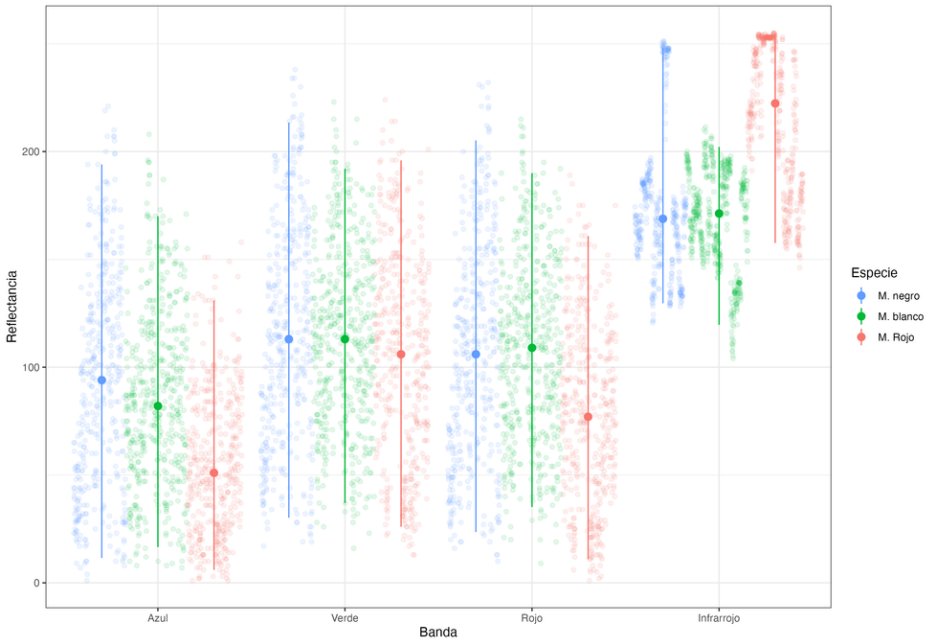


Figura 3. Firma espectral de las tres especies de mangle

tura de la vegetación y variables ambientales (distancia a cuerpos de agua, microtopografía, pendiente, etc.) son parámetros útiles para la identificación de especies a partir de métodos de clasificación supervisada de imágenes. Estos métodos de clasificación de imágenes suelen utilizarse para separar distintos tipos de vegetación, cuerpos de agua, sitios sin cobertura vegetal, etc., por ejemplo, Campomanes et al. (2016) lograron separar la vegetación de manglar de otras coberturas en imágenes aéreas con una alta precisión. De manera más puntual, las especies de mangle negro, blanco y rojo han sido separadas exitosamente utilizando algoritmos de clasificación supervisada en imágenes de satélite (Wang et al., 2004), e imágenes aéreas (Aviña et al., 2022).

Referencias

Adame, MF., Reef, R., Santini, NS., Najera, E., Turschwell, MP., Hayes, MA., Masque, P. y Lovelock, CE. (2020). Mangroves in arid regions: Ecology, threats, and opportunities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 248: 106796. doi: 10.1016/j.ecss.2020.106796

Aviña, J., Elisa, H., Zaragoza, S., Gutiérrez, C., Trasviña, A., César, C., Zavala, AS. y Martínez, RO. (2022). Spatial Distribution of Soil Organic Carbon in Mangroves of Arid Environment Estimated from In Situ Data and Aerial Imagery. J Soil Sci Plant Nutr. doi: 10.1007/s42729-022-00971-0

Bunting, P., Rosenqvist, A., Lucas, RM., Rebelo, LM., Hilarides, L., Thomas, N., Hardy, A., Itoh, T., Shimada, M. y Finlayson, CM. (2018). The global mangrove watch - A new 2010 global baseline of mangrove extent. *Remote Sensing*, 10(10). doi: 10.3390/rs10101669

Campomanes, F., Pada, AV. y Silapan, J. (2016). Mangrove classification using support vector machines and random forest algorithm: a comparative study. : 3-6. doi: 10.3990/2.385

Domínguez-Cadena, R., Riosmena-Rodríguez, R. y la Luz, JLL de. (2016). Forest Structure and Species Composition of Mangroves in the Eastern Baja California Peninsula: The Role of Microtopography. Wetlands, 36(3): 515-523. doi: 10.1007/s13157-016-0760-9

Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E. y Telszewski, M. (2018). Carbono Azul. Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos. : 15-38Disponible en: www.iucn.org/es

Ochoa-Gómez, Jonathan G., Serviere-Zaragoza, Elisa, Lluch-Cota, DB., Rivera-Monroy, Victor H., Oechel, Walter, Troyo-Diéguez, E. y Lluch-Cota, SE. (2018). Structural Complexity and Biomass of Arid Zone Mangroves in the Southwestern Gulf of California: Key Factors That Influence Fish Assemblages. Journal of Coastal Research, 344(August): 979-986. doi: 10.2112/jcoastres-d-16-00220.1

Ochoa-Gómez, JG., Lluch-Cota, SE., Rivera-Monroy, VH., Lluch-Cota, DB., Troyo-Diéguez, E., Oechel, W. y Serviere-Zaragoza, E. (2019). Mangrove wetland productivity and carbon stocks in an arid zone of the Gulf of California (La Paz Bay, Mexico). Forest Ecology and Management, 442(April): 135-147. doi: 10.1016/j.foreco.2019.03.059

Vázquez-Lule, A., Colditz, R., Herrera-Silveira, J., Guevara, M., Rodríguez-Zúñiga, MT., Cruz, I., Ressl, R. y Vargas, R. (2019). Greenness trends and carbon stocks of mangroves across Mexico. Environmental Research Letters, 14(7). doi: 10.1088/1748-9326/ab246e

Wang, L., Sousa, WP. y Gong, P. (2004). Integration of object-based and pixel-based classification for mapping mangroves with IKONOS imagery. International Journal of Remote Sensing, 25(24): 5655-5668. doi: 10.1080/01431160233129121 5

Cita

Aviña-Hernández, J., Martínez-Rincón, R. O. 2023. Identificación de especies de manglar a partir de imágenes de vehículos aereos no tripulados. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 25-29.

Sobre los autores



Judith Aviña-Hernández

Bióloga general por la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó sus estudios de posgrado en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR).



Raúl O. Martínez Rincón

Biólogo general por la Universidad de Artes y Ciencias de Chiapas. Realizó sus estudios de posgrado en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (IPN-CICIMAR). Investigador por México comisionado al CIBNOR desde 2014.

Tesoros de diversidad biológica y productividad: Los Manglares

Dra. Norma Y. Hernández Saavedra
nhernan04@cibnor.mx
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Sta. Rita Sur, La Paz, 23090, B.C.S., México.

Tema:
Reseña la importancia biológica, ecológica y económica de los ecosistemas de manglar en México, particularmente en el estado de B.C.S.

1. Definición

El manglar es un conjunto de ecosistemas característicos de una zona que se define por su vegetación y por las especies animales que predominan. Los manglares son el resultado de la expresión de las condiciones ecológicas del lugar, en el plano regional o continental, por lo que el clima y el suelo determinan las condiciones ecológicas a las que responden las comunidades de plantas y animales que ahí habitan.

Los manglares representan ecosistemas muy dinámicos y frágiles, pero son los hábitats más productivos y biológicamente diversos de formas de vida, incluidas plantas, animales y microorganismos. Estos ecosistemas proporcionan una gama única y valiosa de recursos y servicios biotecnológicos (Kumar et al., 2020).

costeras; son capaces de crecer en condiciones ambientales hostiles y son bioquímicamente únicos. Debido a ello, en estos ecosistemas se producen una amplia gama de productos naturales con bioactividades únicas, materia prima para su uso biotecnológico. Estos productos naturales poseen metabolitos activos con fitoquímicos novedosos pertenecientes a diversas clases químicas como alcaloides, fenoles, esteroides, terpenoides, taninos y similares, péptidos bioactivos, enzimas, pigmentos, estrategias de depuración de compuestos tóxicos y sistemas de reciclamiento de materia orgánica, por mencionar algunos.

Los manglares, como biomas (conjuntos de ecosistemas), están formados por árboles muy tolerantes a las sales (conocidos comúnmente como árboles de mangle), que se ubican en la zona intermareal, cercana a la desembocadura de cursos de agua dulce, en latitudes tropicales y subtropicales.
Los manglares se caracterizan por ser una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 3 metros de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas (CONABIO, 2021; Fig. 1).



Figura 1. Paisaje de manglar, La Paz, B.C.S. Ensenada de Aripez. Foto: Autor (2023).

2. El árbol de mangle

El mangle (en guaraní “árbol retorcido”) es la especie arbórea predominante en los manglares. Son árboles muy resistentes que crecen bien en terrenos fangosos, arenosos, de turba, en condiciones muy salobres (con agua hasta 100 veces más salada que el agua de mar). Parte de la enorme resistencia de los mangles, se debe a que estos árboles cuentan con una gran cantidad de adaptaciones, como ejemplo: la existencia de un sistema de filtración que mantiene fuera de la planta gran cantidad de sal (Fig. 2A-B), un sistema radicular (raíces) que consigue mantener erguido el manglar a pesar de la inestabilidad de los suelos (sedimentos) - sobre los que se asientan, y sistemas que ayudan a sus raíces a aprovechar el oxígeno existente en la superficie (la cantidad de oxígeno en el ecosistema es limitada). Los frutos de estos árboles, conocidos como propágulos (Fig. 2C), tienen forma de lanza, lo que les permite enterrarse en el sustrato cuando caen en él o flotar largos periodos y distancias, hasta encontrar terrenos favorables para su asentamiento (Sánchez, 2019).

La inestabilidad de los suelos del manglar de debe al complejo sistema de corrientes que se produce por la dinámica de mareas, además de las escorrentías ocasionales provocadas por las lluvias y ciclones.



Figura 2. El Mangle prieto (*Avicennia germinans*), incorpora la sal disuelta a través de las raíces y elimina el exceso a través de unas glándulas situadas en sus hojas. A) Mangle negro; B) Detalle de hojas con cristales de sal exudada; C) Detalle de frutos o propágulos de mangle prieto fijados en el sustrato. A y B, Tomado de Berea (2023); C, Foto: Autor (2023).

3.1. Distribución en México

En México los ecosistemas de manglar, que representan el 6.7% del total de manglares en el mundo (Tabla I, Fig. 4; Velázquez-Salazar, 2021), son afectados principalmente por la tala como consecuencia de actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y turísticas (CONABIO, 2021; Simard, 2019).

Tabla I. Países con mayor superficie de manglar a nivel mundial. Tomado de Velázquez-Salazar et al. (2021).

País	Superficie (Km^2)	Porcentaje a nivel Mundial (%)
Indonesia	26 508	19.5
Brasil	10 888	8
Australia	9 672	7.1
México	9 051	6.7
Nigeria	6 894	5

En México existen 7 especies de mangle, pero 4 de ellas son las predominantes (A-D) (CONABIO, 2021; Fig. 5):

A) *Rhizophora mangle* (mangle rojo o colorado),
B) *Laguncularia racemosa* (mangle blanco),
C) *Avicennia germinans* (mangle prieto),
D) *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo)
E) *Rhizophora harrisoni* (mangle caballero en Chiapas y Tabasco),
F) *Avicennia bicolor* (Chiapas) y
G) *Conocarpus erectus var. sericeus* (mangle botoncillo peninsular, en Campeche, Quintana Roo y Yucatán)

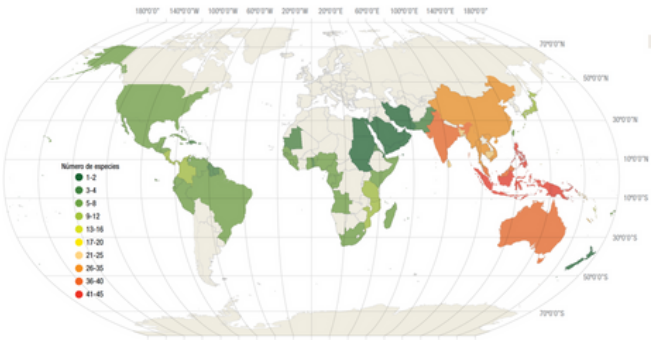


Figura 3. Representación grafica de los países en los que se encuentra distribuido el manglar y el número de especies presentes en ellos. Tomado de Rodríguez-Zúñiga et al. (2016).

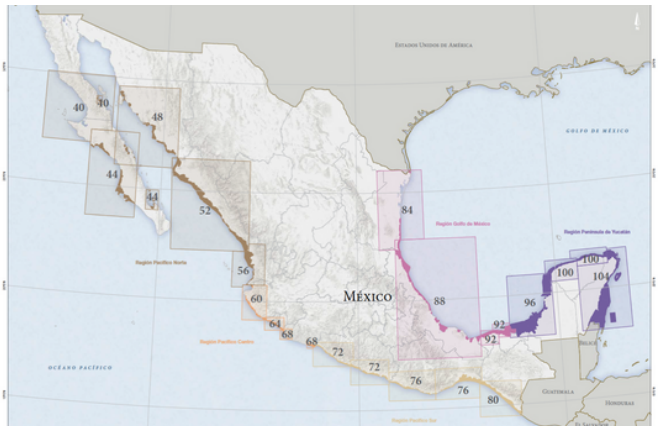


Figura 4. Distribución de manglares en la Republica Mexicana. Tomado de Velázquez-Salazar (2021).

3.1.1 Distribución en B.C.S.

En la figura 6 se muestra la distribución de los ecosistemas de manglar en B.C.S. (véase también la Fig. 4), indicándose que las especies predominantes son el mangle rojo, el negro, el prieto y el botoncillo.

.

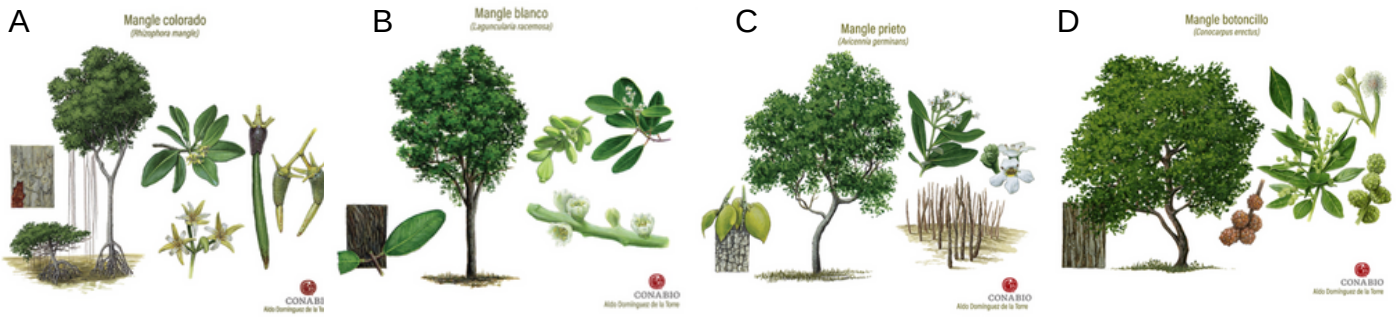


Figura 5. Principales especies de mangle presentes en la República Mexicana (CONABIO, 2021).

En esta figura también es posible observar que los sitios de distribución del manglar están asociadas a regiones de alta productividad pesquera y/o acuícola (Casas y Ponce, 1999). En la Pacifico Norte (de N a S), se pueden mencionar La Bocana, Laguna San Ignacio, Boca de San Gregorio, Bahía Santa María, Bahía Magdalena y Bahía Almejas. En el sur, La Bahía de San Lucas, y en el Golfo de California (N a S), Mulegé y Bahía Concepción, el corredor de Isla del Carmen a Isla San José, y la Bahía de La Paz.



Figura 6. Distribución de las especies de mangle en B.C.S. Rojo, *R. mangle* (mangle rojo); verde, *L. racemosa* (mangle blanco), azul; *A. germinans* (mangle prieto); negro, *C. erecta*. Basado en Gonzáles Zamorano et al. (2011).

4. Importancia

4.1 Importancia biológica

Los manglares desempeñan un papel fundamental en la conservación de diversas especies vegetales y animales (muchas catalogadas como bajo amenaza y/o en peligro de extinción) y ayudan a frenar el desgaste o erosión de los suelos, fijándolos y evitando que se acumulen sedimentos en las playas. Los manglares son ecosistemas increíblemente dinámicos, en los que la temperatura, la salinidad, la turbidez, la profundidad y el caudal cambian diariamente en respuesta al ciclo de mareas. Este dinamismo hace que los manglares sean hábitats muy productivos y además muestran una enorme variación en sus comunidades de invertebrados y peces en cada estación del año (Osborne, 2017). Por ejemplo, en invierno, la comunidad de peces está dominada por residentes marinos resistentes, y en verano una variedad de peces marinos y anádromos (peces migratorios entre agua dulce y de mar que pasan la mayor parte de su vida en el océano, pero entran en las aguas dulces o salobres para reproducirse) entran y salen de los estuarios, capitalizando su alta productividad (Allen, 1982).

.

Los manglares proporcionan un hábitat crítico a una gran variedad de especies que dependen de ellos para completar su ciclo vital (Kumar et al., 2020). Se sabe que el arenque del Pacífico (*Clupea pallasi*i) desova en estuarios y bahías, que la surfpercas (peces vivíparos de la familia perciforme) da a luz en estuarios, que los juveniles de peces planos y de roca migran a los estuarios para criarse, usando estos ecosistemas como corredores migratorios (Gillanders et al., 2006). Asimismo, las poblaciones de aves migratorias, o parcialmente migratorias, como la garza blanca dependen de los estuarios y/o manglares.

En los manglares, la comunidad microbiana (bacterias -Hernández Saavedra, 2023-, hongos y levaduras -Hernández Saavedra, 2021) es fundamental para que este ecosistema sea uno de los mas ricos y diversos en el mundo. La actividad microbiana se da por la gran capacidad de los microbios de reciclar la materia orgánica, es decir, son microorganismos descomponedores (Fig. 7, recuadros en café claro) que ayudan a trasformar moléculas complejas (tejidos vegetales y animales) en moléculas simples que son muy fácilmente incorporadas en las cadenas alimenticias por el zooplancton (consumidor primario, Fig. 7 recuadro azul eléctrico) y fitoplancton.

Por su parte, el fitoplancton es el principal productor primario de los manglares y estuarios (Fig. 7, recuadro verde). Se mueve con las masas de agua que entran y salen del manglar con las mareas. Su productividad

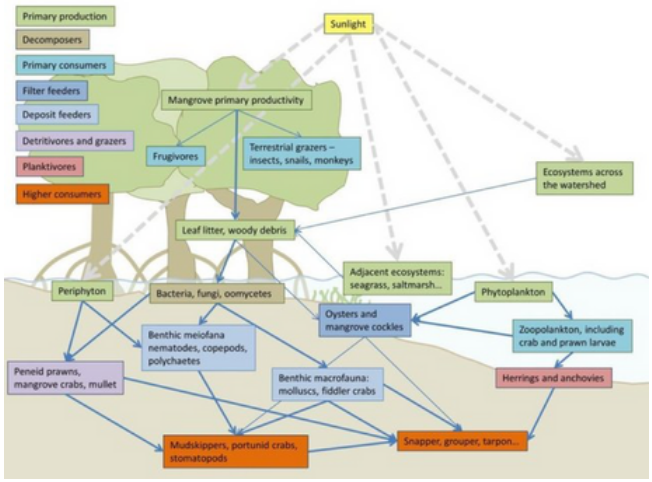


Figura 7. Cadena alimenticia simplificada de manglares que muestra los grupos tróficos Detritívoros y herbívoros. Grupos clave: Crustáceos, gasterópodos, especies de peces de importancia pesquera: importantes: langostinos y camarones, y otras especies más grandes de grupos detritívoros como cangrejos de mangle y el salmonete. Tomado de Hutchison et al. (2014).

depende en gran medida de la turbidez del agua, siendo los principales tipos de fitoplancton de estos ecosistemas las diatomeas y los dinoflagelados, que abundan en el sedimento. Es importante recordar que una fuente primaria de alimento para muchos organismos de los estuarios, incluidas las bacterias, son los detritus procedentes del asentamiento de la sedimentación.

4.2 Importancia ecológica

La fauna de los manglares está formada por gran cantidad de animales como: crustáceos (ej. camarones), peces, moluscos (ej. ostiones y mejillones), aves, reptiles, anfibios y mamíferos pequeños (entre esta fauna se en.

cuentran muchas de las especies que consumimos los seres humanos).
Además:

- Como los manglares son zonas con poca profundidad, permiten que la luz solar penetre fácilmente a través del agua, produciéndose más activamente la fotosíntesis.
- Producen gran cantidad de materia orgánica como hojarasca y otros tipos.
- Retienen los sedimentos, filtran las aguas que abastecen los mantos freáticos y retienen desechos y sustancias tóxicas que se dirigen hacia el mar.
- Desalinizan las aguas que ingresan en tierra firme, formando reservorios en las zonas interiores.
- Protegen las zonas costeras de la erosión por el agua y el viento, y retienen la arena sobre las playas.
- Actúan como zonas de refugio para muchas especies animales y vegetales que dependen de estos para vivir, así como para alimentarse y poder reproducirse.
- Mitigan el cambio climático al absorber gases de efecto invernadero.
- Ayudan a estabilizar el clima local.
- Son fuente de recursos para las comunidades.
- Tienen capacidad para retener volúmenes de agua considerables, evitando inundaciones y daños en la costa cuando se producen fuertes tormentas.
- En algunas ocasiones el flujo de agua que procede de los arroyos lleva mayor volumen, por lo que los sedimentos y contaminantes se remuevan, haciendo que el agua se mantenga más limpia.
- Son zonas son a veces destinadas para uso recreativo, turístico o científico.

4.3 Importancia económica

De los cuatro tipos de manglares más importantes en el mundo, todos ellos están presentes en la media península (Fig. 6). En La Paz (B.C.S.) hay tres manglares de importancia internacional (Ramsar): los humedales Mogote-Ensenada de La Paz (Fig. 8A), el de Balandra (Fig. 8B) y el del Oasis de la Sierra El Pilar, que se comparte con Comondú (Gaxiola, 2016), sin embargo, en el estado de B.C.S., existen otros sistemas de manglar muy importantes por su extensión y por su asociación y/o relevancia con la actividad acuícola y/o pesquera, pues son reservorios de especies de peces y crustáceos de interés comercial (Casas y Ponce, 1999), como camarón, pargo, jaiba y cabrilla (Fig. 8C-G). Se ha calculado que tan solo los manglares del Golfo de California proporcionan beneficios de alrededor de 11,500 toneladas de peces al año, lo que equivale aproximadamente a 37,700 dólares por hectárea al año (Gaxiola, 2016).

En el 2019, cosiderando la producción de pescados y mariscos, en el estado de Baja California Sur se reportó una producción superior a las 191 mil toneladas de anuales, por lo nuestro estado se consolida como tercer lugar a nivel nacional en producción pesquera. Esta producción, que representa alrededor de 2 mil 878 millones de pesos (aprox. 148.8 millones de dólares) es predominantemente ribereña.



Figura 8. Tomas aéreas de ecosistemas de manglar en B.C.S. A) Humedales El Mogote-Ensenada de La Paz; B) Balandra; C) Puerto Adolfo López Mateos; D) Puerto Chale e Isla Creciente; E) Laguna Ojo de Liebre; F) Laguna San Ignacio; y G) Sistema Lagunar Bahía Magdalena. Tomado de Goggle Maps.

De acuerdo con la propuesta de regionalizacion de áreas de manejo y producción por pesca ribereña porpuesta por Díaz-Uribe et al. (2013) en nuestra entidad destacan las areas II, III, IV y V (Fig. 9, Tabla II) que coinciden con las áreas de distribución de ecosistemas de mangle (Figs. 4 y 6), lo que provoca que a nivel nacional B.C.S. se considere como el primer estado productor de especies de alto valor como abulón, langosta, almejas y rayas, así como en varias especies de escamas.

Tabla II. Lista de recursos principales y potenciales en las capturas de las regiones II-V de la propuesta de Diaz-Uribe et al. (2013).

Tipo de recurso	Región			
	II	III	IV	V
Principal	Abulón Almeja choco Langosta roja Almeja pismo	Abulón Tiburón Caracol panocha	Almeja catarina	Calamar
Potencial	Cabrilla Almeja pata Tiburón Verdillo Lisa Pulpo Guitarra Ostión Pierna Jurel	Jurel Alga gelidium Pierna Lenguado Guitarra Verdillo Bonito Calamar Curvina Angelito	Tiburón Langosta Almeja pata Calamar Pierna Cangrejo Verdillo Mantarraya Lisa Jurel	Huachinango Jurel Cabrilla Pargo Almeja choco Callo de hacha Sierra Mantarraya Almeja chiluda

La pesca ribereña se define como la actividad de extracción de recursos acuáticos ejecutada con embarcaciones menores que no cuentan con maquinaria de cubierta accionada con fuerza electromotriz para el auxilio de las operaciones de pesca, utilizan el hielo para la conservación del producto y tienen una autonomía en tiempo máximao de tres a cinco días (Instituto Nacional de la Pesca, 2022).



Figura 9. Regionalizacion de áreas de manejo y producción por pesca ribereña delimitadas como áreas II, III, IV y V (Díaz-Uribe et al., 2013).

5. Conclusiones

Al considerar la enorme variabilidad de las condiciones ambientales y biológicas de los manglares, es muy clara su importancia, no solo como acervo, filtro y generador de vida sino como nicho potencial de organismos con capacidades fisiológicas únicas como: la resistencia a la variación de salinidad, temperatura, irradiación solar, condiciones de desecación-inundación, condiciones de oxigenación y de acumulación de sedimentos, entre otros. Los organismos que viven bajo estas condiciones tan diversas y cambiantes están adaptadas a estos ambientes extremos, por lo que la diversidad de recursos y biomoléculas de interés biotecnológico potencialmente existentes en ellos es muy alta. La microbiota de los ecosistemas de manglar, que es fundamental para el reciclamiento de la materia orgánica, ha sido muy poco estudiada, por lo que merece la pena echar un vistazo no solo a lo macro, sino a todos los componentes de un sistema tan eficiente como éste para obtener ideas para encontrar soluciones clave para algunos de los grandes retos que enfrenta hoy la humanidad.

6. Referencias

Allen, L. G. (1982). Seasonal abundance, composition, and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport bay, California. Fishery Bulletin, 80(4):769-790. https://spo.nmfs.noaa.gov/content/seasonal-abundance-composition-and-productivity-littoral-fish-assemblage-upper-newport-bay.

Berea N. R. (2023). Ecología del Manglar. ¿Qué son los manglares? Redesverdes México. http://redesverdes.weebly.com/manglares-1.html. Consultado 20 de enero del 2023.

Casas Valdez M. M. y Diaz, P. (Eds.). (1999). Estudio del Potencial Pesquero y Acuicola de Baja California Sur. Vol. II. 350 p.p.

.

https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/888/2/Estudio%20del%20Potencial%20Pesquero%20y%20Acuicola%20de%20BCS%20Vol-I.pdf

CONABIO. (2021). Biodiversidad Mexicana: Manglares. Ecosistemas de México. https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares. Actualizado en: 30/06/2021. Consultado 25/01/2023.

Díaz-Uribe, J.G., Valdez-Ornelas, V. M. y Danemann, G.G., Torreblanca-Ramírez E., Castillo-López A., Cisneros-Mata MA. 2013. Regionalización de la pesca ribereña en el noroeste de México como base práctica para su manejo. Ciencia Pesquera 21(1): 41-54. https://www.researchgate.net/publication/263504503_Regionalizacion_de_la_pesca_ribereena_en_el_noroeste_de_Mexico_como_base_practica_para_su_manejo

Gaxiola, I. (2016). BCS, entre los 5 estados de méxico con mayor cantidad de manglares ramsar. El informante, B.C.S. https://elinformantebcs.mx/bcs-entre-los-5-estados-de-mexico-con-mayor-cantidad-de-manglares-ramsar/. Consultado 20 de enero del 2023.

Gill, J., Norris, K., Potts, P., Gunnarsson, T. G., Atkinson, P. W. y Sutherland, W. J. (2001). The buffer effect and large-scale population regulation in migratory birds. Nature, 412: 436–438. https://doi.org/10.1038/35086568

Gillanders, B. M., Able, K. W., Brown, J.A., Eggleston, D.B. y Sheridan, P.F. (2003). Evidence of connectivity between juvenile and adult habitats for mobile marine fauna: an important component of nurseries. MEPS 247:281-295. https://doi.org/10.3354/meps247281

González Zamorano, P., Nava Sánchez, E.H., León de la Luz, J.L. y Díaz Castro S.C. (2011). Patrones de distribución y determinantes ambientales de los manglares peninsulares. En: Los Manglares de la Península de Baja California. Félix Pico, EF., Serviere Zaragoza E.; Riosmena Rodríguez R.; León de la Luz, JL. p.p. 45.

Hernández-Saavedra, N.Y. 2021. Las levaduras y su ecología: ¿existen las levaduras marinas? Recursos Naturales y Sociedad, 7(1): 59-86.

Hernández-Saavedra, N.Y. 2023. *Thiomargarita magnifica*: una bacteria gigantesca. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1:54-58.

Hutchison, J., Spalding, M. y zu Ermgassen, P. (2014) The Role of Mangroves in Fisheries Enhancement. The Nature Conservancy and Wetlands International. 54 pages

Instituto Nacional de la Pesca. (2022). Carta Nacional Pesquera.

Osborn, K. (2017). Seasonal fish and invertebrate communities in three northern California estuaries. Cal Poly Humboldt theses and projects. 101.

Kumar P.J., Rashmi Ranjan Mishra R., Hrudayanath T. (Eds.). 2020. Biotechnological Utilization of Mangrove Resources. Academic Press. 490 pp.

Rodríguez-Zúñiga, M.T., Troche-Souza, C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez- Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Velázquez-Salazar, S., Cruz-López, M. I., Ressl, R., Uribe-Martínez, A., Cerdeira-Estrada, S., Acosta-Velázquez, J., Díaz-Gallegos, J., Jiménez-Rosenberg, R., Fueyo-Mac Donald, L. y Galindo-Leal, C. 2013. Manglares de México: Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 pp. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/Manglares2013_Indice.pdf

Sanchez, J. (2019). Qué es un manglar y sus características. Ecología Verde, https://www.ecologiaverde.com/que-es-un-manglar-y-sus-caracteristicas-1682.html. Consultado 25/01/2023.

SEPADA. 2019. Destaca BCS como tercer lugar nacional en producción pesquera: ACU. https://sepada.bcs.gob.mx/destaca-bcs-como-tercer-lugar-nacional-en-produccion-pesquera-acu/. Consultado 10/02/2023.

Simard, M., Fatoyinbo, L., Smetanka, C., Rivera-Monroy, V.H., Castaneda-Moya, E., Thomas, N. y Van der Stocken, T. (2019). Mangrove canopy height globally related to precipitation, temperature and cyclone frequency. Nature Geoscience, 12: 40–45. https://www.nature.com/articles/s41561-018-0279-1

Hamilton, S. E., y Casey, D. S. (2016). Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). Global Ecology and Biogeography. https://doi.org/10.1111/geb.12449

Velazquez-Salazar, S., Rodriguez-Zuñiga, M.T., Alcantara-Maya, J.A., Villeda-Chávez, E., Valderrama-Landeros, L., Troche-Souza, C., Vazquez-Balderas, B., Perez-Espinosa, I., Cruz-Lopez, M. I., Ressl, R., De la Borbolla, D. V. G., Paz, O., Aguilar-Sierra, V., Hruby, F. y Muñoa-Coutiño J. H. (2021). Manglares de México. Actualización y análisis de los datos 2020. Comision Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México CDMX. Pp. 168. https://agua.org.mx/biblioteca/manglares-de-mexico-actualizacion-y-analisis-de-los-datos-2020/

Cita

Hernández Saavedra, N.Y. 2023. Tesoros de diversidad biológica y productividad: Los Manglares. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 30-39.

Sobre la autora



Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra. Investigador Titular C y profesor en el CIBNOR, SNI II. Responsable del Laboratorio de Genética Molecular, adscrita a la Coordinación de Ecología Pesquera, Línea estratégica Variabilidad y Vulnerabilidad de Ecosistemas Marinos. CIB, Rg, SC,GSch, Fb, ID

Cápsulas de probióticos para alcanzar los propósitos de año nuevo: La producción de compuestos bioactivos que motivan para el ejercicio físico

Felipe Ascencio Valle
ascencio@cibnnor.mx
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Sta. Rita Sur, La Paz, 23090, B.C.S., México

Hacia las vísperas del inicio de un nuevo año, es casi como una tradición que muchos de nosotros tendemos a hacer un balance de lo bueno y malo en nuestras vidas. Nos despedimos de un año que termina para entrar en otro nuevo e incluso hacemos una fiesta para celebrarlo. El cambio de año nos permite tener la sensación de volver a empezar, de tener una nueva oportunidad para mejorar, de confiar en que aquello que queremos cambiar puede darse. Uno de los propósitos más habituales por el Año Nuevo suele ser "la promesa de hacer deporte, perder peso o dejar algún vicio". Lo que debemos recordar es que estos propósitos no se cumplen solos.

Cumplir los propósitos de Año Nuevo es mucho más que tener la predisposición o la buena intención para lograrlos. Hace falta compromiso, disciplina, pero en especial trabajo arduo para generar un cambio en nuestros hábitos personales. Pero ¿y si hubiera alguna "cápsula mágica" que nos active el cerebro y nos de la energía para hacer más fácil cumplir con este propósito?

En diciembre del 2022, Elizabeth Pennisi publicó en Science News una nota muy interesante acerca de las aplicaciones futuras de "cápsulas de **probióticos**" que son tema de investigación del Prof. Sarkis Mazmanian y su grupo de trabajo y que están siendo implementadas por el Prof. Aleksandar Kostic co-fundador de Fit-Biomics, quienes proponen la formulación de cápsulas de probióticos que estimulen al cerebro para hacer ejercicio. Indudablemente, el contar con este tipo de suplementos alimenticios nos podrían permitir aprovecharlos para tener ese impulso para generar el esfuerzo para alcanzar los cambios o propósitos deseados.

La nota de la Dra. Pennisi (2022) relata que algunas especies de bacterias que habitan en el intestino, pueden contribuir a generar la fuerza de voluntad y activación para hacer ejercicio, a través de la producción y liberación de moléculas microbianas específicas que estimulan el deseo de un ratón de correr y seguir corriendo. Al revelar exactamente cómo estas moléculas se comunican con el cerebro, este grupo de investigadores ha sentado las bases para descubrir si moléculas similares ayudan a mantener a los humanos activos. El trabajo "establece cuán crítico es el **microbioma** para el ejercicio y profundiza increíblemente en proporcionar la conexión intestino-cerebro", dice Aleksandar Kostic, microbiólogo de la

Escuela de Medicina de Harvard y cofundador de Fit-Biomics, una compañía que desarrolla probióticos para mejorar el estado físico. Kostic (que no participó en la investigación) y otros, especulan que las órdenes de los microbios que inducen el ejercicio podrían algún día empaquetarse en píldoras o cápsulas que la gente podría tomar.

Respecto a explorar por qué a algunas personas les gusta hacer ejercicio y a otras no, en el 2022 el microbiólogo de la Universidad de Pensilvania, Prof. Christoph Thaiss, estudió ratones criados para tener mucha variación genética y de comportamiento. Su equipo encontró una diferencia de más de cinco veces en la distancia que los ratones corrían sobre ruedas en sus jaulas: algunos recorrieron más de 30 kilómetros en 48 horas, mientras que otros rara vez se movían sobre sus ruedas. Entre los ratones activos y los perezosos no se observaron diferencias en su genética o bioquímica.

Pero los investigadores notaron un detalle: cuando se trataron con antibióticos, los ratones que normalmente tenían mucha energía tendían a hacer menos ejercicio. Los estudios de seguimiento mostraron que el tratamiento con antibióticos afectó los cerebros de los ratones anteriormente activos. La actividad de ciertos genes cerebrales disminuyó, junto con los niveles de dopamina, un neurotransmisor que se ha relacionado con la "euforia del corredor", esa sensación de bienestar que acompaña al ejercicio prolongado. El equipo también descubrió que los ratones que carecen de bacterias intestinales (“libres de gérmenes”), se vuelven más activos cuando se les administran algunas de las bacterias intestinales de ratones vigorosos. Parece ser que esas bacterias envían una señal que interfiere con la enzima responsable de descomponer la **dopamina** en el cerebro, lo que hace que el neurotransmisor se acumule en el centro de recompensa del cerebro, bloqueando la actividad de los nervios que transmiten mensajes desde el intestino hasta el cerebro. El equipo determinó que la señal que aumenta la dopamina llega al cerebro a través de los nervios de la columna vertebral. Al estimular esos nervios, el equipo pudo enviar ese comando a favor del ejercicio, incluso en ratones que carecían de bacterias intestinales (Dohnalová et al. 2022). En el laboratorio, Thaiss y sus colegas disectaron estos nervios espinales y los expusieron a subconjuntos de bacterias intestinales, así como a sustancias que producen dichas bacterias. Cuando administraron un conjunto de estas moléculas (amidas de ácidos grasos) a ratones cuyas bacterias intestinales habían sido eliminadas con antibióticos, los niveles de dopamina aumentaron en los cerebros de los ratones mientras hacían ejercicio. Cuando se dotó a una bacteria diferente de genes para producir amidas de ácidos grasos y se alimentó a ratones libres de gérmenes, los ratones volvieron a recibir un impulso de dopamina.

“Rara vez se encuentran tantas capas diferentes de descubrimiento en un artículo”, dice Sarkis Mazmanian, microbiólogo del Instituto de Tecnología de California.

Sin embargo, al formular la pregunta de si lo que ocurre en ratones pudiera ocurrir también en personas, la Prof. Juleen Zierath, fisióloga del Instituto Karolinska dice que hay que ser extremadamente cauteloso al extrapolar cómo se relacionan estos resultados con la fisiología humana. Los investigadores señalan que la estructura muscular y la bioquímica de los roedores difieren de las de las personas, al igual que sus patrones de actividad. Aún así, los estudios han encontrado que los corredores de maratón tienen altos niveles de una especie bacteriana intestinal en particular, lo que sugiere una conexión con el ejercicio en las personas. Y hay que tener en cuenta también todo el trabajo encaminado a demostrar el papel clave que juega la dopamina en la motivación del comportamiento general. Como dice Kostic, "Este sistema de recompensa es una faceta tan central de la fisiología que es algo que casi con certeza es cierto en otros mamíferos", incluidos los humanos.

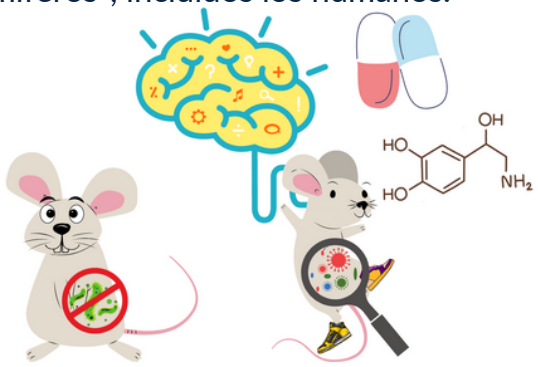


Fig. 1. Efecto de las bacterias intestinales sobre el cerebro.

Glosario

Probiótico: La última definición fue formulada latado en 2002 por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y World Health Organización Mundial de la Salud (OMS), y establece “cepas vivas de microorganismos estrictamente seleccionados, que cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio para la salud del huésped” (FAO 2002).

Microbioma: Las bacterias, arqueas, virus, protozoos y hongos son los microbios más comunes que viven dentro o sobre nuestros cuerpos. Este fascinante grupo microbiano se conoce colectivamente como nuestra microbiota. Los microbiomas no son microorganismos que viven uno al lado del otro, sino que forman comunidades organizadas estructural y funcionalmente complejas, altamente reguladas y unidas a las superficies como biopelículas que contribuyen a su estabilidad ecológica a través de inter-especies y la colaboración entre especies microbianas. La microbiota del cuerpo humano se clasifica en microbioma central y microbioma variable. El microbioma central es el habitual y universal para todos los individuos, mientras que el microbioma variable esta conformado por especies de microorganismo distintos y únicos para cada persona en función de sus variaciones de carácter fisiológico y de estilo de vida. La función y composición de la microbiota varían según la edad, el género, la raza y la dieta. La composición del microbioma es distinta en cada individuo, siendo la diferencia más sustancial en los individuos que las diferencias bioquímicas que eventualmente ocurren dentro de un ser humano (Bramhachari, 2021).

Dopamina: La dopamina es un neurotransmisor, es decir, una molécula que se encarga de llevar un mensaje desde las neuronas que lo producen hacia otras células. Por eso interviene en una gran cantidad de procesos como el control del movimiento, la memoria, la recompensa cerebral -ese mecanismo de nuestro cerebro que nos refuerza a repetir una conducta- o el aprendizaje. También influye en numerosas funciones fuera del cerebro como la motilidad gastrointestinal, la liberación de hormonas, la presión arterial e incluso en la actividad de las células del sistema inmune (https://www.bbc.com/mundo/noticias-61067620).

Referencias

Bramhachari P.V.(Ed.). 2021. Editor Microbiome in Human Health and Disease. Springer Nature Singapore Pte Ltd. Singapore. 296p.

Dohnalová L., Lundgren P., Carty J.R.E., Goldstein N., Wenski S.L., Nanudorn P., Thiengmag S., Huang K-P., Litichevskiy L., Descamps H.C., Chellappa K., Glassman A., Kessler S., Kim J., Cox T.O., Dmitrieva-Posocco O., Wong A.C., Allman E.L., Ghosh S., Sharma N., Sengupta K., Cornes B., Dean N., Churchill G.A., Khurana T.S., Sellmyer M.A., FitzGerald G.A., Patterson A.D., Baur J.A., Alhadeff A.L., Helfrich E.J.N., Levy M., Betley J.N., Thaiss C.A. 2022. A microbiome-dependent gut-brain pathway regulates motivation for exercise. Nature. 2022. 612(7941):739-747.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2002. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food: FAO.

Pennisi E.. 2022. Exercise-crazy mice have their gut microbes to thank. Science 378(6625):1157. (https://www.science.org/doi/10.1126/science.adg2856).

Pennisi E.. 2022. Exercise-crazy mice have their gut microbes to thank. Science 378(6625):1157. doi: 10.1126/science.adg2856.

Cita:
Ascencio Valle, F. 2023. Cápsulas de probióticos para alcanzar los propósitos de año nuevo: La producción de compuiestos bioactivos que motivan al ejercicio físico. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 40-43.



Sobre el autor:

Investigador Titular D y profesor en el CIBNOR, SNI III. Responsable del Laboratorio de Patogénesis Microbiana, adscrito a la Coordinación de Acuicultura, Línea estratégica Biología y Desarrollo de Tecnologías para el Cultivo de Peces. Loop: 264286; Scopus: 57247070500; ORCI: 0000-0003-3515-8708

Uso de guishe de Agave lechuguilla para la obtención de diversos productos para la industria

Vianey de Jesus Cervantes Güicho[1], Ana Gisela Reyes Alvarado[2]*, Thelma K. Morales Martínez[1]*
Correspondencia: agalvarado@cibnor.mx; thelma_morales@uadec.edu.mx
[1]*Departamento de Biotecnología. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. V. Carranza, C.P. 25280, Saltillo,Coahuila, México*
[2]*CONACYT - Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo Santa Rita Sur, C.P. 23096, La Paz, BCS, México*

Esta nota habla sobre el uso del guishe de Agave lechuguilla para obtener diversos productos, que pueden ser utilizados en la industria farmacéutica, cosmecéutica, agrícola y para la producción de biocombustibles.

Y seguramente te preguntarás ¿Qué es el guishe?. El guishe de *Agave lechuguilla*, es el residuo generado durante el proceso de obtención de fibras. Estas fibras (ixtle), son famosas porque pueden usarse para elaborar escobas, cepillos y hasta bolsas para el mandado. Resulta, que en las zonas de México en donde el clima es árido o semiarido, el *Agave lechuguilla* es un recurso natural que usan los campesinos como medio de supervivencia, porque venden las fibras.

Sin embargo, el guishe, solo se tira, lo que es lamentable porque se genera en grandes cantidades y al ser un residuo pulposo y vegetal, contiene químicos que pueden ser muy valiosos para la industria. Estos químicos, como provienen de una planta, se conocen mejor como fitoquímicos y se cotizan en el mercado, en dólares.

Para que quede más claro de lo que te hablamos, dejanos decirte que de cada 1000 kg de la cosecha de *Agave lechuguilla*, 850 kg son guishe. ¡Que desperdicio!. Los campesinos están tirando mucho dinero a la basura.

Entonces, los científicos para ayudar a los campesinos a aprovechar mejor este recurso, han decidido investigar al guishe, y mediante ensayos en el laboratorio han descubierto que pueden extraerse diversos fitoquímicos. Y te preguntaras: ¿Cuáles son estos fitoquímicos? ¿Para que podrían servir si el guishe es un residuo?. Te contamos.

Seguramente en tu vida diaria utilizas productos como suplementos alimenticios, medicamentos, cosméticos, fungicidas y tal vez, has escuchado sobre el uso de algunos biocombustibles. ¿Qué pensarías si te dijéramos que con el guishe puedes obtener fitoquímicos para realizar estos productos? ¡Interesante no!. Aunado a ello, podrían elaborarse briquetas (pellets) utilizables para la combustión en estufas, hornos, chimeneas y calderas, después de extraer los famosos fitoquímicos.

Como podrás darte cuenta, si se extraen los fitoquímicos, es posible potenciar el valor



Figura 1. Montículo de *guishe* de Agave lechuguilla. Tomada por Leopoldo Ríos González.



Figura 2. Tallador de lechuguilla. Tomada por Leopoldo Ríos González.

del *guishe*, porque hasta hoy es un residuo y es considerado inservible. Y si descubrimos con datos científicos que este residuo es muy valioso, entonces puede revertirse su disposición final, dandole algún uso y eliminando así, la preocupación que se genera cuando su gestión es inadecuada. Porque normalmente, los campesinos lo queman, y provocan contaminación ambiental. Otro punto a favor para considerar y valorar su investigación.

Además, queremos que sepas que los campesinos que cosechan la lechuguilla, y que nomalmente se les conoce como lechuguilleros, están muy interesados en los descubrimientos de los científicos que trabajan con este residuo. De hecho, los mismos investigadores tratan de trabajar de cerca con ellos para que a través de esta convivencia sea más fácil descubrir la riqueza de su recurso, para que dejen de tirarlo.

Y bueno, otro punto importante es que al utilizar el *guishe* de *Agave lechuguilla* para la extracción de los fitoquímicos de interés no existe una sobre explotación de la planta. Esto debido a que actualmente en el país se se cuenta con la normatividad y regularizaciones necesarias emitidas por SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) indicando las especificaciones sobre el aprovechamiento correcto de este *Agave*, porque además de ser una planta que se regenera no es una planta en peligro de extinción, y menos aún si su manejo sigue siendo el adecuado.

Y agregando aún más beneficios relacionados con el uso del *guishe* de *Agave lechuguilla*, si este se logra convertir en una materia prima útil, su uso generaría empleos en las comunidades rurales y evitaría la migración de los pobladores a las ciudades, lo cual ha venido ocurriendo en los últimos años por la falta de empleos y el aumento en el índice de marginación.

Como puedes ver, las expectativas e interés sobre este residuo se han incrementado, debido a las investigaciones realizadas en los últimos años, que han mostrado resultados novedosos y que han determinado la variabi-

viabilidad del guishe para la extracción y elaboración de diversos productos para la industria. Sin embargo, aún queda mucho por hacer e investigar para obtener un aprovechamiento total del residuo. Tareas que algunos científicos están dispuestos a realizar.

Ahora que ya te contamos sobre el guishe. ¿Te gustaría saber más sobre el tema?.

Glosario
Fitoquímico: compuesto químico, sintetizado por las plantas, puede obtenerse de frutas, semillas, hojas, tallos, flores y cualquier parte de una planta.

Cita:
Cervantes Guicho, V.J., Reyes-Alvarado, A.G., Morales-Martínez, T.K. 2023. Uso de guishe de *Agave lechuguilla* para la obtención de diversos productos para la industria BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 44-46.

Sobre los autores

Vianey de Jesus Cervantes Güicho: Estudiante de Doctorado en la Universidad Autónoma de Coahuila con especialidad en Biotecnología. Tiene experiencia en la elaboración de biocombustibles a partir de biomasa lignocelulósica.

Thelma Karina Morales Martínez: Dra. en Biotecnologia por la Universidad Autonoma de Coahuila, investigadora nacional nivel 1, estudia temas de Bioprocesos para la obtención de productos de valor agregado.

Ana Gisela Reyes Alvarado: Investigadora por México comisionada en CIBNOR, trabajando en el desarrollo de biotecnologías para incentivar la transferencia al sector productivo. Especialista en metabolismo secundario. Es investigadora nacional nivel 1.

La biotecnología puede aportar soluciones a la crisis alimentaria mundial

Felipe Ascencio Valle
Correspondencia: ascencio@cibnor.mx
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo Santa Rita Sur, C.P. 23096, La Paz, BCS, México

El pasado 17 de Enero, 2023 el Foro Económico Mundial (WEF) publico dentro de su portal "The Weekly Agenda" (https://www.weforum.org/agenda/2023/01/davos23-biotech-provide-solutions-global-food-crisis/) un resumen sobre uno de los importantes temas que impulsan la agenda global que se discuten en la reunión de Davos 2023, la crisis alimentaria mundial. En dicha publicación se puntualiza que: i) Los sistemas alimentarios globales actuales no pueden proporcionar una dieta sostenible y saludable para la creciente población mundial; ii) Nuestras preferencias dietéticas por alimentos derivados del ganado contribuyen a las enormes emisiones de gases de efecto invernadero; y iii) La biotecnología puede ofrecer soluciones sostenibles mediante la transformación del sector alimentario y agrícola.

Combatir el cambio climático y satisfacer las necesidades nutricionales de una población en crecimiento sin agotar los recursos de nuestro planeta son dos de los mayores desafíos de nuestro tiempo. La biotecnología ofrece soluciones para ambos, pero estamos lejos de aprovechar plenamente su potencial para lograr la transición ecológica. Los sistemas alimentarios globales representan más de un tercio de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), y con una población global que ahora cuenta con más de 8 mil millones de personas, debemos buscar nuevas soluciones para poder alimentar al mundo de manera sostenible. Necesitamos con urgencia tecnologías y métodos sostenibles para mejorar nuestros sistemas alimentarios actuales y el uso de la tierra para la agricultura. Como consecuencia del crecimiento de la población mundial, aumentará el desequilibrio en los sistemas alimentarios, tensando aún más los límites planetarios y poniendo a más personas en riesgo de no tener acceso a alimentos seguros y nutritivos, lo que en muchos casos conducirá a una desnutrición de consecuencias serias. Algunos de los desafíos del sistema alimentario están estrechamente relacionados con nuestras elecciones dietéticas, lo que en última instancia conduce a una discrepancia entre los recursos de la tierra, las preferencias dietéticas por los alimentos derivados del ganado y las emisiones asociadas de GEI. La transición a un sistema agroalimentario sostenible y resiliente capaz de adaptarse y mitigar el cambio climático puede parecer una misión imposible, pero en realidad hay buenas noticias. El último informe de la Comisión Internacional de Protección Fito -

sanitaria (CIPF) demuestra claramente que los sistemas agrícolas y alimentarios tienen un importante potencial de mitigación y, lo que es aún mejor, existen numerosas soluciones listas y disponibles para su implementación. Por ejemplo, un informe reciente muestra que las biosoluciones, incluida la utilización a gran escala de biofertilizantes, biopesticidas y aditivos alimentarios probióticos, pueden ayudar a reducir el 8 % de las emisiones globales de GEI hacia 2030.

El papel de la biotecnología en los sistemas alimentarios sostenibles

La biotecnología tiene parte de la clave que puede conllevar a una transformación de nuestra economía y nuestros sistemas alimentarios. Mientras que en el pasado nos hemos centrado principalmente en ofrecer a los agricultores alternativas sostenibles a los pesticidas químicos y la reducción del desperdicio de alimentos, por ejemplo, al extender la vida útil de los productos, las soluciones biotecnológicas innovadoras actuales ofrecen a la sociedad en general la posibilidad de cambiar a una forma de dieta mas sostenible proporcionando proteínas de origen vegetal como alternativa a las de origen animal. La empresa emergente estadounidense BIOMILQ ha desarrollado la primera leche infantil cultivada en laboratorio derivada de células mamarias, mientras que Roslin Tech, una empresa de alimentos y tecnología agrícola con sede en Edimburgo, produce carne cultivada directamente a partir de células animales pero sin el uso de animales.

Además, Novozymes produce soluciones biotecnológicas para la industria de alimentos, bebidas y plantas que permiten una nutrición sostenible para el mundo. Si reemplazamos las proteínas a base de carne con proteínas alternativas, podemos reducir drásticamente el calentamiento global, el uso del agua y el uso de la tierra. Con este fin, la Fundación Novo Nordisk lanzó recientemente la iniciativa Plant2Food, una plataforma de innovación internacional destinada a apoyar proyectos de investigación abiertos y libres de propiedad intelectual sobre alimentos microbianos y de origen vegetal creados y ejecutados conjuntamente por socios académicos e industriales. Encontramos que la clave para acelerar la transición dietética es desarrollar mayores selecciones de productos alimenticios a base de plantas sabrosos, nutritivos y sostenibles que también sean asequibles para los consumidores.

¿Qué está haciendo el Foro Económico Mundial para ayudar a garantizar la seguridad alimentaria mundial?

Actualmente, dos mil millones de personas en el mundo sufren de desnutrición y, según algunas estimaciones, necesitamos un 60 % más de alimentos para alimentar a la población mundial para 2050. Sin embargo, el sector agrícola está mal equipado para satisfacer esta demanda: 700 millones de sus trabajadores actualmente viven en la pobreza, y ya es responsable del 70% del consumo mundial de agua y del 30% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

Las nuevas tecnologías podrían ayudar a que nuestros sistemas alimentarios se vuelvan más sostenibles y eficientes, pero desafortunadamente el sector agrícola se ha quedado atrás de otros sectores en términos de adopción de tecnología. En el 2018 el WEF lanzo una Plataforma de Innovación a gran escala con el propósito de facilita la adopción de nuevas tecnologías y otras innovaciones para transformar la forma en que producimos, distribuimos y consumimos nuestros alimentos. Con la investigación, el aumento de las inversiones en nuevas tecnologías agrícolas y la integración de iniciativas locales y regionales destinadas a mejorar la seguridad alimentaria, la plataforma está trabajando con más de 50 instituciones asociadas y 1000 líderes en todo el mundo para aprovechar las tecnologías emergentes para hacer que nuestros sistemas alimentarios sean más sostenibles, incluyente y eficiente.

¿Qué tan cerca estamos de aprovechar el potencial de la biotecnología?

En Europa, las inversiones tanto públicas como privadas en investigación e innovación han llevado al descubrimiento de nuevas soluciones sostenibles con un gran potencial para acelerar la transición verde en el sistema agroalimentario. Desafortunadamente, estos descubrimientos científicos a menudo se pierden en la traducción, debido a los obstáculos que impiden que las nuevas innovaciones salgan del laboratorio y lleguen al mercado a tiempo para marcar la diferencia. Las alternativas a la carne son un buen ejemplo de esto. A pesar del creciente interés público y de las empresas emergentes en este campo, el largo proceso de autorización previa a la comercialización ha llevado a una situación en la que ninguna empresa ha solicitado la aprobación de productos cárnicos cultivados en Europa.

La situación es diferente en los EE. UU., donde la Administración de Drogas y Alimentos aprobó recientemente el uso de carne cultivada producida a partir de células vivas de pollo para el consumo humano, allanando el camino hacia una nueva dieta ecológica. En este sentido, EE. UU. sigue el ejemplo de Singapur, que fue el primer país del mundo en introducir la carne cultivada a los consumidores. Desafortunadamente, todavía faltan algunos años para que en Europa y el resto del mundo se ofrezcan alternativas sostenibles a la carne en los supermercados. Para que esto cambie y explotar toda la capacidad de investigación, los cambios de política son esenciales y las siguientes cuatro áreas deben tenerse en cuenta: 1) aumentar las inversiones públicas y privadas en investigación e innovación; 2) reducir el riesgo de las inversiones en nuevas tecnologías, especialmente para las pequeñas y medianas empresas, p. mediante la financiación público-privada de instalaciones ampliadas; 3) reducir el tiempo del proceso de aprobación de mercado para nuevas soluciones biológicas sostenibles; y 4) incentivar la aplicación de soluciones innovadoras y sostenibles en toda la cadena de valor agroalimentaria, mediante el establecimiento de mercados para el precio del carbono.

Sin un alto nivel de ambición y confianza en la ciencia, no podremos lograr nuestros objetivos climáticos globales, lo que tendrá consecuencias nefastas para las personas y el planeta. Ya estamos viendo los impactos devastadores del cambio climático, y será fatal ignorar las soluciones disponibles como las que ofrece la biotecnología. Las decisiones que tomemos ahora, ya sea a través de la formulación de políticas, los negocios o la sociedad en general, afectarán drásticamente nuestro futuro y el mundo en el que vivimos. No será fácil, pero debemos esforzarnos mucho más.

Cita:

Ascencio Valle, F. 2023. La biotecnología puede aportar soluciones a la crisis alimentaria mundial. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 47-50.

Sobre el autor:



Investigador Titular D y profesor en el CIBNOR, SNI III. Responsable del Laboratorio de Patogénesis Microbiana, adscrito a la Coordinación de Acuicultura, Línea estratégica Biología y Desarrollo de Tecnologías para el Cultivo de Peces. Loop: 264286; Scopus: 57247070500; ORCI: 0000-0003-3515-8708

De la bioinformática a la cocina

Cristina Escobedo Fregoso
cescobedo@cibnor.mx
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CONACYT-CIBNOR). Av. Instituto Politécnico Nacional 195. Col. Playa Palo de Santa Rita Sur 23096, La Paz, Baja California Sur, México

Tema

El diagnóstico de enfermedades de organismos acuícolas se apoya del uso de herramientas bioinformáticas.

¿Los camarones, almejas, ostiones y peces se enferman?

La mayoría de los organismos marinos que consumimos se obtienen de cultivos porque, muy pocos provienen de la pesca. Esto se debe a que el consumo de peces y mariscos cada día aumenta más, y lo que se pesca es insuficiente para responder a la demanda de los productos. Debido a esto, existen granjas acuícolas con estanques en forma de albercas gigantes con agua de mar, en donde se cultivan camarones y peces (Fig. 1A), a diferencia de las almejas y ostiones que se cultivan en sistemas de canastas flotantes en el mar, o en sacos de malla plástica a la orilla del mar (Fig. 1B). En estos sistemas de cultivo, los organismos están expuestos a virus y bacterias que están en el agua de mar, siendo casi imposible que, cuando hay proliferación de patógenos, se dispersen en todos los sistemas de cultivo.

Cuando los camarones, peces, ostiones y/o almejas se cultivan en grandes cantidades, aumenta la probabilidad de la presencia de enfermedades. En algunas ocasiones todos los organismos mueren, lo que provoca pérdidas económicas al productor, desabasto del producto en el mercado y, por lo tanto, un aumento en el precio del poco producto que sobrevivió. Para tener control sobre las enfermedades en las granjas acuícolas, se realizan análisis periódicos de los patógenos (virus y bacterias), buscando a los mas peligrosos para los animales, pero que no afectan al humano.

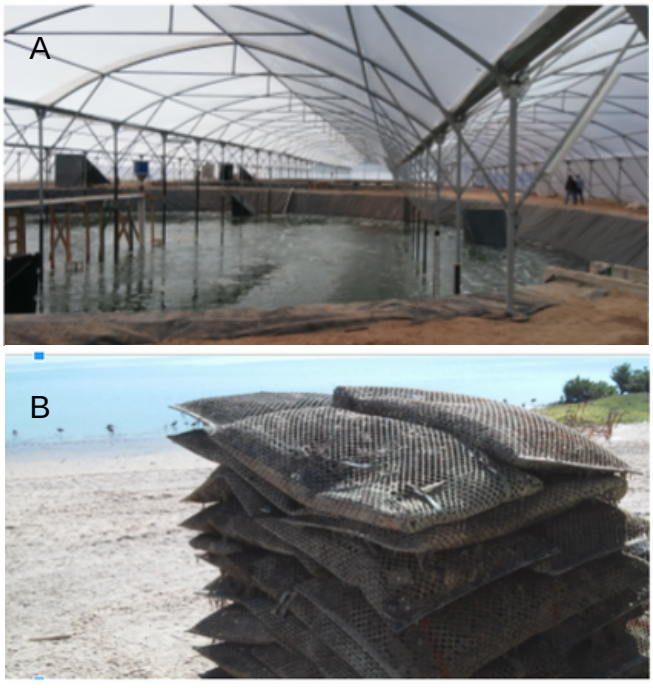


Figura 1. Sistema de cultivo de camarón (A) y ostión (B).

Para ello, los investigadores en oceanología, y biología marina, hacemos uso de herramientas biotecnológicas como los aná-

lisis bioinformáticos, que consideran las secuencias de ADN (Acido Desoxirribo Nucleico, Fig. 2A) de los genomas de virus y bacterias, para conocer como varían los genomas de los patógenos de la región en donde se realizan los cultivos (camarones, peces, almejas y ostiones). Posteriormente, diseñamos computacionalmente pruebas de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) que nos permiten detectar las diferentes variaciones de los patógenos, ya que su secuencia de ADN va cambiando, tanto, que en ocasiones no es posible detectarlos usando pruebas de PCR en el laboratorio. Para evitar falsos negativos en el diagnóstico (Fig. 2B), debido a las variaciones en el genoma (mutaciones), tenemos que estudiar el ADN completo (genoma) y seguir rediseñando nuevas pruebas de PCR, es un sistema muy dinámico.

los productores que cultivan los organismos tienen elementos para tomar decisiones que permiten que los productos cultivados lleguen a nuestra mesa, con una calidad sanitaria apegada a la norma vigente.

De las especies acuícolas que se cultivan en México, el camarón es el que ha presentado mas problemas a lo largo de la historia, lo infectan diferentes virus y bacterias, que afortunadamente han sido controlados con buenas prácticas de los productores, apoyados en la biotecnología basada en el conocimiento científico.

Las estrategias de prevención y diagnóstico de enfermedades de camarones, ostiones, almejas y peces, en las que participamos investigadores de instituciones mexicanas como el Centro de Investigaciones Biológi-

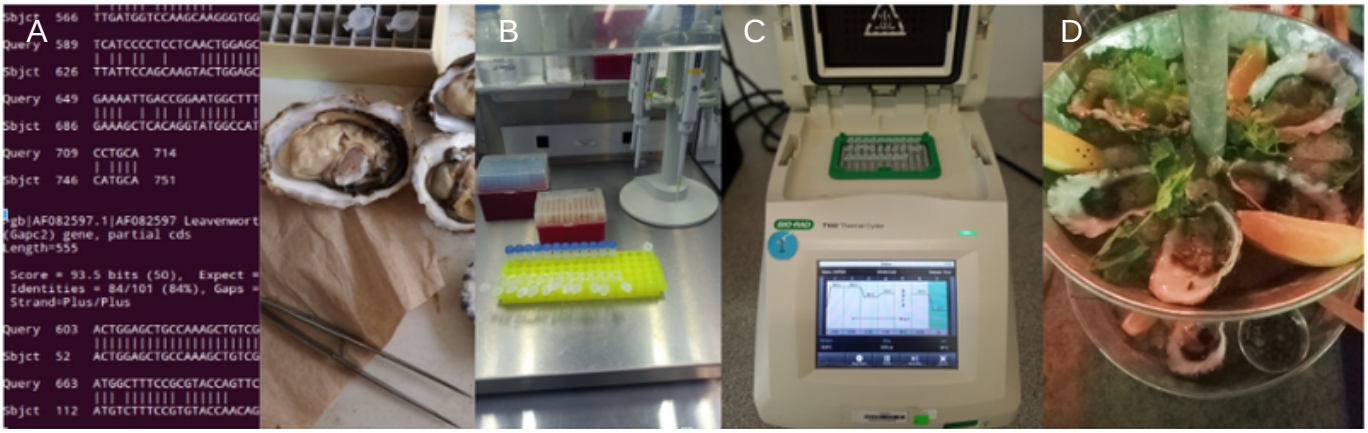


Figura 2. Análisis bioinformático de secuencias de ADN (A), toma de muestra de ostión, y mezcla de reactivos (B), PCR en termociclador (C), ostiones libres de enfermedades listos para el consumo (D).

Cuando se detecta algún patógeno, se continúa con pruebas mas especificas y cuantitativas como el qPCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa cuantitativo, Fig. 2C) que permiten saber la cantidad de patógenos que hay en la muestra del animal que se esta analizando. Con estos resultados

cas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) en La Paz, BCS, permite que haya suficiente abasto de estas especies, y que el producto llegue hasta tu cocina y mesa (Fig. 2D).

Cita:
Escobedo Fregoso, C. 2023. De la bioinformática a la cocina. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 51-53.

Sobre la autora



Dra. Cristina Escobedo Fregoso es Oceanóloga de la UABC, desde el 2014 es investigadora del programa Investigadores por México CONACYT, incorporada a CIBNOR en La Paz, BCS, México en el Laboratorio de Genómica y Bioinformática, desarrollando herramientas para la selección genómica de especies acuícolas.

Thiomargarita magnifica: una bacteria gigantesca

Norma Y. Hernández Saavedra
Correspondencia: nhernan04@cibnor.mx
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo Santa Rita Sur, C.P. 23096, La Paz, BCS, México

Se informa del descubrimiento de una bacteria gigante y se compara en tamaño con organismos considerados de referencia en biología. Se discute la necesidad de realizar mas estudios en ambientes extremos debido a la gran posibilidad de descubrir nuevos organismos con características fisiológicas y o fisicoquímicas de importancia potencial en biotecnología.

A mediados del 2022, y aun con la resaca de la pandemia COVID 19, fue emocionante leer en el teléfono, un par de notas en la que se hacia mención del descubrimiento de una bacteria gigante, “visible a simple vista” (Mishra, 2022), “del tamaño de una pestaña” (BBC, 2022). Fue tan grande mi asombro que inmediatamente busqué la publicación fuente y me encontré con un artículo publicado en la revista Science (Volland et al., 2022), resultado de una colaboración de 20 autores de 12 laboratorios de Estados Unidos y Francia, en el que se describe a *Thiomargarita magnifica*, la bacteria mas grande encontrada en la naturaleza (Fig. 1).

Este descubrimiento es tan sorprendente por que, en la naturaleza, los microrganismos generalmente no pueden ser observados a simple vista, sino hay que hacer uso de instrumentos que magnifican la visión (microscopio), permitiendo aumentar el tamaño de los especímenes observados entre 10 y 1000 veces (Fig. 2A).

instrumentos que magnifican la visión (microscopio), permitiendo aumentar el tamaño de los especímenes observados entre 10 y 1000 veces (Fig. 2A).



Figura 1. Representación 3D de células segmentadas de Thiomargarita magnifica en varias etapas del ciclo de desarrollo (a-e). Modelos obtenidos mediante tomografías de rayos X y microscopía confocal láser de barrido. Imagen tomada de Voland et al. (2022) con el permiso de Science, AAAs.



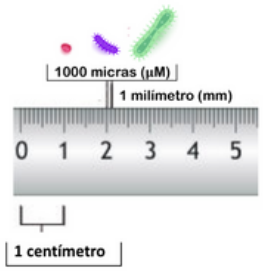


Figura 2. A, Niña usando microscopio óptico. durante sus lecciones biología. B, Escala decimal desde micras o micrómetros (µ o µ M) a centímetros (cm). Imágenes tomadas de 123RF ID: 172769876 y diseño por el autor.

La mayoría de las bacterias miden alrededor de 2 micrómetros de largo (2 milésimas partes de un milímetro) (Fig. 2B), observándose, entre las de mayor tamaño, algunas que alcanzan hasta los 750 micrómetros (0.75 milímetros) como como *Thiomargarita namibiensis* (Fig. 3), que es una bacteria que alcanza hasta 750 micrómetros (0.75 milímetros) de largo y fue descubierta en los sedimentos de las costas de Namibia (Schultz et al., 1999) y en sedimentos superficiales recogidos de filtraciones de hidrocarburos (profundidad 525-640 m) en el Golfo de México (Kalanetra et al., 2005).

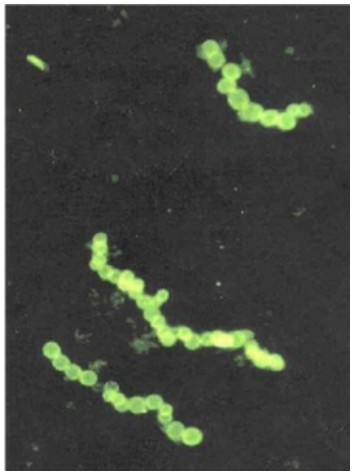


Figura 3. Microfotografía de *Thiomargarita namibiensis* teñida con fluorescencia. http://daac.gsfc.nasa.gov/oceancolor/scifocus/oceanColor/sulfur_plume.shtml.

Debido a esto, la existencia de una bacteria gigantesca, que se desarrolla en las hojas en descomposición del mangle rojo de las aguas salobres de Isla Guadalupe, en las Antillas Menores del mar Caribe (Fig. 4), es un acontecimiento que no puede pasar desapercibido para ningún biólogo o amante de la naturaleza.

Thiomargarita magnifica, es una bacteria excepcional, sésil, que tiene una longitud promedio superior a 9000 micrómetros (= 9 mm o 0.9 cm) y es visible a simple vista. En la figura 5 muestra una representación grafica (en escala logarítmica) del tamaño relativo de varias especies de organismos procariotas (en verde) como: Patescibacterias (también llamado grupo CPR**)** que son un grupo de bacterias ultrapequeñas, con un tamaño promedio de 250 nanómetros -0.25 micras-); Escherichia coli que es una enterobacteria ya que forma parte de la microbiota o flora normal del tracto gastrointestinal de animales de sangre caliente; Achromatium oxaliferum que es la única bacteria conocida en la que las células se deposita Ca+2 en forma de cristales de calcita, en algún momento fue considerada como una bacteria gigante dado su tamaño (10 × 80 micras) (Babenzien, 1991); Th. namibiensis, considerada hasta antes del 2022 como la bacteria mas grande reportada. En esta figura también se incluyen algunas especies eucariotas (azul) como: Saccharomyces cerevisiae, que es un hongo generalmente unicelular (el eucariota mas pequeño, mide entre 5 y 10 micras) que es el responsable del levantamiento de la masa del pan (producción de gas a partir de la asimilación

de azúcares simples) o la producción de alcohol durante la fermentación de jugo de uva o manzana para la producción de vinos o sidras, o cereales para la producción de cerveza; Caenorhabditis elegans que es un gusano (nematodo) que mide aproximadamente 1 mm de longitud, vive en ambientes templados y ha sido un importante modelo de estudio para la biología desde los 70's; y Drosophila melanogaster o mosca de la fruta que mide de 2 a 8 mm y que es la mosca que comúnmente observamos en frutos maduros (en proceso de fermentación) tales como manzanas, bananas, uvas, etc. ya que se alimenta de ellas. Como ven, la Th. magnifica es mas grande que la mosca de la fruta mas grande.

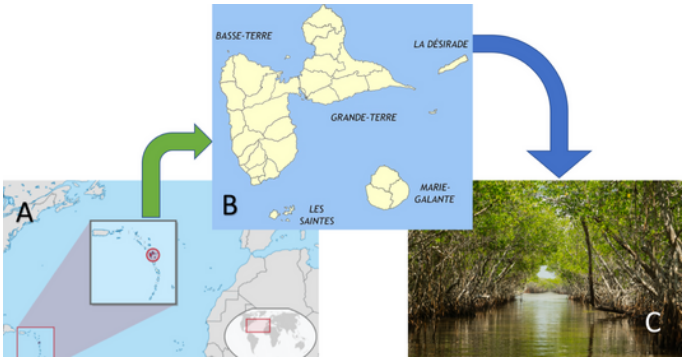


Figura 4. Distribución de *Th. mgnifica*. **A**, planisferio; **B**, esquema de vista satelital y **C**, ecosistema de manglar. Imágenes tomadas de: A y B, CC BY-SA 3.0; C, 123RF ID 48710783.

Entonces, la existencia de estos gigantes bacterianos abre la posibilidad de descubrir, en cualquier momento, otros linajes de macrobacterias previamente no identificadas.Para ello, una estrategia es buscar en los nichos mas probables y menos estudiados como los son los ambientes marinos extremos. En el caso de Th. magnifica, son ambientes marinos sulfurosos en los que para sobrevivir evolutivamente tuvieron que seleccionarse adaptaciones metabólicas y fisiológicas.

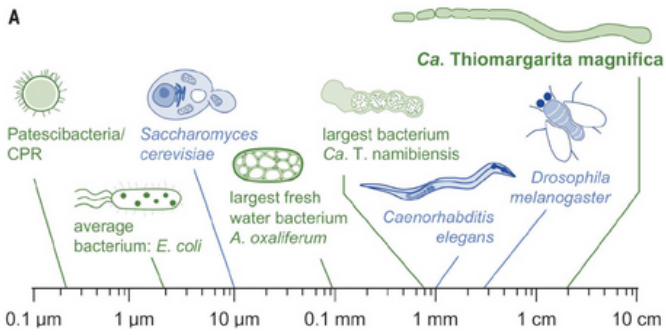


Figura 5. Morfología de *Th. magnifica*. **A**. Comparación de tamaño de sistemas modelo bacterianos (verde) y eucariotas (azul) seleccionados en una escala logarítmica. Imagen tomada de Voland et al. (2022) con el permiso de Science, AAAs.

Conclusiones

Las células de nuestra bacteria gigante crecen órdenes de magnitud por encima de los límites teóricos para el tamaño de las células bacterianas, muestran una poliploidía sin precedentes de más de medio millón de copias de un genoma muy grande, y experimentan un ciclo de vida dimórfico con segregación asimétrica de cromosomas en células hijas. Estas características, junto con compartimentación de material genómico y ribosomas en orgánulos traduccionalmente activos unidos por membranas bioenergéticas (denominados como pepins; Voland et al., 2022, -Fig. 6-), indican ganancia de complejidad en el linaje Thiomargarita y un desafío para los conceptos tradicionales de las células bacterianas.

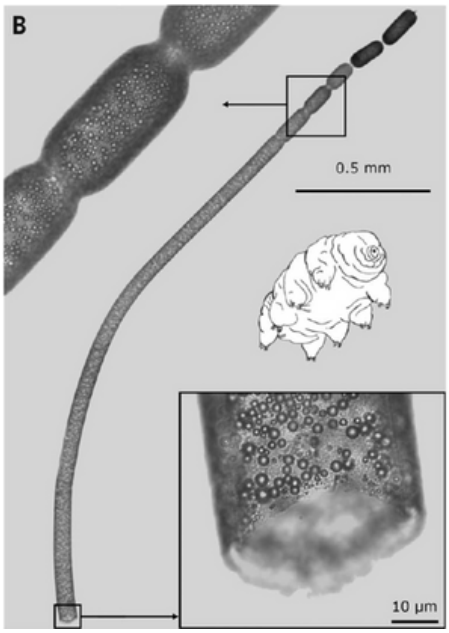


Figura 6. Montaje de microscopía óptica de la mitad superior de una célula de Th. magnifica, mostrando en el recuadro una parte basal rota que revela la morfología tubular debido a la presencia de una gran vacuola central y numerosos gránulos esféricos intracelulares de azufre (se muestra un tardígrado para la escala). Imagen tomada de Voland et al. (2022) con el permiso de Science, AAAs.

El microscopio es un instrumento que permite observar objetos que son demasiado pequeños como para ser vistos por la vista del ser humano. El término microscopio es la conjunción de dos conceptos, por un lado "micro" que es equivalente a "pequeño" y "scopio" que significa "observar", en suma, se refiere a la observación pequeña, o en menor grado.
Fuente:
https://concepto.de/microscopio/#ixzz7rFcAOixf

Las bacterias son organismos conformados por una sola célula, sin núcleo, que se encuentran en casi todas las partes de la Tierra. Son vitales para los ecosistemas del planeta. Algunas especies pueden vivir en condiciones realmente extremas de temperatura y presión. El cuerpo humano contiene millones de bacterias, de hecho, se estima que contiene más bacterias que células humanas.

El manglar es un ecosistema formado por árboles muy tolerantes a las sales existentes en la zona intermareal, cercana a la desembocadura de cursos de agua dulce en latitudes tropicales y subtropicales. Así, entre las áreas con manglares se incluyen estuarios y zonas costeras. Tienen una gran diversidad biológica, alta productividad y en ellas se encuentran muchas especies, tanto de aves como de peces, crustáceos, moluscos y muchas otras.

Referencias

Mishra, S. 2022. Descubren una bacteria gigante que puede verse a simple vista. National Geographic. Ciencia. Publicado 29 Jun 2022 08:54 GMT-3 https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2022/06/descubren-una-bacteria-gigante-que-puede-verse-a-simple-vista.

BBC News Mundo. 2022. La impresionante imagen de la *Thiomargarita magnifica*, una bacteria tan grande como una pestaña. Redacción. Publicado el 24 junio 2022. https://www.bbc.com/mundo/noticias-61924606

Volland J-M, Gonzalez-Rizzo S, Gros O, et al. 2022. A centimeter-long bacterium with DNA contained in metabolically active, membrane-bound organelles. SCIENCE 376, 1453–1458 (2022) 24 June 2022. DOI: 10.1126/science.abb3634

Schultz HN, Brinkhoff T, Ferdelman TG, Hernández Mariné M, Teske A and Jørgensen BB. 1999. Dense Populations of a Giant Sulfur Bacterium in Namibian Shelf Sediments. Science, 284(5413):493-495. doi: 10.1126/science.284.5413.493.

Kalanetra KM, Joye SB, Sunseri NR, Nelson DC. 2005. Novel vacuolate sulfur bacteria from the Gulf of Mexico reproduce by reductive division in three dimensions.

Environ Microbiol. 7(9):1451-60. doi: 10.1111/j.1462-2920.2005.00832.x.
Babenzien H-D. 1991. *Achromatium oxaliferum* and its ecological niche, Zentralblatt für Mikrobiologie, 46(1): 41-49. doi: 10.1016/S0232-4393(11)80258-1.

Cita:
Hernández-Saavedra, N.Y. 2023. *Thiomargarita magnifica*: una bacteria gigantesca. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 54-58.

Sobre la autora



Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra. Investigador Titular C y profesor en el CIBNOR, SNI II. Responsable del Laboratorio de Genética Molecular, adscrita a la Coordinación de Ecología Pesquera, Línea estratégica Variabilidad y Vulnerabilidad de Ecosistemas Marinos. CIB, Rg, SC,GSch, Fb, ID

Inversiones a futuro

Norma Y. Hernández Saavedra
Correspondencia: nhernan04@cibnor.mx
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo Santa Rita Sur, C.P. 23096, La Paz, BCS, México

Como parte de mis obligaciones morales y éticas como científico, considero que una de las más importantes es formar recursos humanos, es decir, desde impartir cursos y talleres hasta dirigir las investigaciones de los estudiantes como parte de los requisitos para obtener sus títulos profesionales o de posgrado.

Uno de los varios estudiantes que han dejado huella en el laboratorio, fue Jonás quien realizó tanto sus prácticas profesionales como su tesis de licenciatura de la carrera de Ingeniería Bioquímica en Alimentos. Desde que llegó al laboratorio, Jonás fue un estudiante atípico, pues era mayor a la media de edad de los estudiantes, siempre de buen humor, y mostraba un entusiasmo particular en aprender y realizar las diversas actividades que se le asignaban. El caso, es que tanto entusiasmo, ponía en jaque a la técnica responsable del laboratorio, pues durante el aprendizaje de una técnica gastaba mucho mas de las cantidades normales de sustancias químicas, estropeaba algún equipo (nada grave), o rompía cristalería. La técnica enloquecía con Jonás, por lo que una vez, cansada de tanto "desperdicio" acudió a mi oficina a quejarse amargamente de Jonás y pedirme que le pusiera un ultimátum pues no soportaba más pues desde su punto de vista dejaría en ruinas el laboratorio. Recuerdo que la deje hablar, desahogarse, y le di la razón en todas las observaciones que hacía sobre Jonás. Una vez que terminó de hablar y no podía decir nada más, calmadamente le dije, que ciertamente, el hecho de gastar muchas substancias químicas y deteriorar el equipo y los materiales no estaba bien y perjudica de alguna manera el funcionamiento del laboratorio, que considerara que eso sucedía porque trabajaba y tenía deseos de aprender bien, Él, aunque cometía errores estos no se repetían (siempre eran diferentes) y generaba resultados. Le dije, el hecho de recibir estudiantes de pregrado (pasantes de licenciatura), es un riesgo calculado, siempre hay que considerar que son como una inversión, el tener un estudiante en el laboratorio tiene un costo, pero la retribución social y la seguridad personal que ganan no tiene precio. Jonás, terminó -



sus residencias profesionales, hizo su tesis de licenciatura y se graduó sin problemas, pero también fue uno de los primeros egresados del laboratorio que consiguió un trabajo estable y desde hace muchos años es el enlace federal de una secretaria de gobierno aquí en el estado de B.C.S., situación de la que me enteré en una colaboración profesional. Cuando nos encontramos en esa Secretaría, a los dos nos dio mucho gusto vernos, ahora estaba colaborando con él como profesionista; me sentí muy orgullosa y recordé esa plática con la técnica del laboratorio, la inversión económica y emocional en la formación de Jonás fue grande, pero verlo así no tuvo precio.

Derechos de autor de la imagen:
123RF ID: 161536459.
Copyright: Elnur

Cita:
Hernández-Saavedra, N.Y. 2023. Jonas. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 59-60.

Sobre la autora



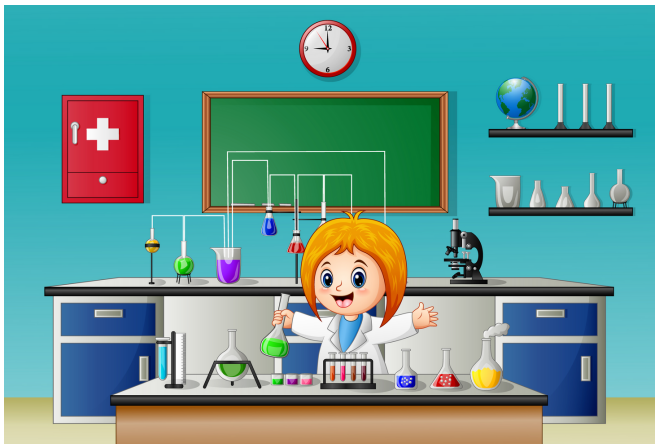
Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra. Investigador Titular C y profesor en el CIBNOR, SNI II. Responsable del Laboratorio de Genética Molecular, adscrita a la Coordinación de Ecología Pesquera, Línea estratégica Variabilidad y Vulnerabilidad de Ecosistemas Marinos. CIB, Rg, SC,GSch, Fb, ID

Confianza ganada

Delia Irene Rojas Posadas
Correspondencia: drojas04@cibnor.mx
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo Santa Rita Sur, C.P. 23096, La Paz, BCS, México

Soy un técnico de laboratorio fuera de lo común dicen los estudiantes que me conocen, el técnico que dedica tiempo para enseñar a trabajar, planear y organizar el proyecto de tesis de un estudiante. El trabajo de laboratorio así como la docencia me apasiona, de ahí que llego a hacer relaciones de amistad con los estudiantes, claro no con todos.

Han pasado casi 20 años desde que inicie esta labor y tengo un gran número de vivencias y anecdotas de todo tipo, desde aquella a la que el estudiante quiere que se le consienta y se compren materiales de color “lilita”, hasta el que no le importa el color, porque eso no es importante, el que llega con el ego hasta arriba y llega humillando al personal, todos dejan huella a su paso de alguna u otra forma. Pero bueno, hoy recordemos a Tobias un chico que llegó a hacer una parte de su tesis doctoral al laboratorio, cuando su asesora me comento lo que iba a trabajar dije ok, vamos a la capacitación, lo primero que hago con los chicos es hacer un repaso de la preparación de soluciones y con él no fue la excepción. El primer día que llegó al laboratorio se presentó y preguntó por mí, a lo que respondí soy yo. Le asigne su espacio para trabajar y le pedí hiciera su plan de trabajo, lo mostró al siguiente día y pregunte cual era su profesión, dio su respuesta y le dije yo - soy biólogo, a lo que me dijo seguro de la UNAM, los biólogos más engreídos que creen saberlo todo, dije pues yo no lo se todo, mi compañero de laboratorio salió del cubículo y expresó su malestar a ese comentario, la pequeña diferencia entre un biólogo marino a un biólogo general es el estudiar ambos ambientes: mar y tierra y ya con eso sabemos más que ustedes, yo decidí guardar silencio, le di los protocolos que utilizaría para su trabajo. Con el paso de los días fue cambiando su actitud, cuando realizó su primer protocolo y este no le salía decidió que trabajaría con mi error, no le gustaba hacer curva patrón, así que era mejor trabajar con el error del técnico a perder tiempo en elaborar una curva, se gastan reactivo y tubos, todos eso lo podemos ahorrar. Reíamos mucho porque yo decía NO y él SÍ, así que dije le voy a hablar con tu asesora haber que opina, jajaja decidió hacer la suya y el método quedó optimizado. Pasamos a la segunda parte, hacer PCR donde hay que ser más fino, ordenado y cuidar mucho la limpieza al trabajar, el control negativo siempre salía mas positivo que el propio control positivo, sin embargo después de varios intentos logró obtener el control negativo, uff ya era hora. Sin embargo, tampoco le gustaba hacer los geles de agarosa para visualizar sus productos. En esta etapa éramos pocos en el



laboratorio y siempre buscaba la forma de cargar sus muestras en el gel de los demás para evitar hacer el suyo, a lo que siempre se paraba a un lado mirando nuestro gel y le decíamos “no me sobran pozos” jajaja, así que no le quedaba más que preparar el suyo. La convivencia fue creciendo y cambió su forma de pensar hacia mi “el biólogo engreído de la UNAM”, decía no pos si saben mas que yo, jajaja. Junto con los demás integrantes del laboratorio íbamos al cine, a comer, enseñamos al chico francés que hacía estancia a comer pozole verde y otras comidas muy mexicanas, celebrabamos el cumpleaños de una de las chicas a lo mande a hacer un pastel con el “plankton” plasmado en un pastel, para enseñarle la diferencia que hacían dos sílabas (plancton). El ambiente en el laboratorio era muy agradable. Al final, como todos terminó, obtuvo su grado y regresó a su lugar de origen. Lo más gratificante de todo esto es, cuando te dan las gracias por haberles enseñado, lo poco o mucho que puedo saber, muchos otros se van sin decir adios. Esas personas que saben reconocer nuestro trabajo dejan huella de forma agradable, a algunos continuo extrañandolos porque suelen volverse parte de la familia.

Derechos de autor de la imagen:
123RF ID: 82754967.
Copyright: <a
href='https://es.123rf.com/profile_dualoror'>
dualororua

Cita:
Rojas Posadas, D.I. 2023. Tobias. 2023. BiotecnoLógica Magazine. Vol. 1 No. 1: 61-62.



Sobre la autora

M.C. Delia I. Rojas Posadas, Técnico titular D en el CIBNOR, adscrita a la Coordinación de Ecología Pesquera.



Ricardo Rodríguez Estrella

In memoriam

Junio 17, 1958 – Octubre 28, 2022.

"Baja California Sur es un estado de marcados contrastes. La riqueza de sus mares frente a lo hostil de sus montañas, la calma y tranquilidad del litoral oriental en el Golfo de California y el mar enfurecido del poniente. Pero nada marca mas estos contrastes que sus portentosos oasis. Erupción de vida entre cañadas agrestes, feracidad ante la aridez de sus desfiladeros, que los primeros cronistas definieron como "agrios y precipitados". Son estos lunares verdes lo que mejor define a este territorio y a sus habitantes. Sin los oasis, otro sería el sudcaliforniano, otro su carácter y cultura, otra su historia…". De esta manera empieza un texto que el Dr. Ricardo Rodríguez Estrella y sus colegas científicos, comprometidos con el estudio de los oasis de la Península de Baja California, hicieron alusión a una *Reunión de análisis de los Oasis de Baja California Sur: Importancia y Conservación* realizada en el 2019. Con esta filosofía de sobrecogedora apreciación de la naturaleza, Ricardo dedicó su vida a la investigación.

El Dr. Rodríguez Estrella nació en la Ciudad de México, obtuvo el titulo de Licenciado en Biología, en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional



Figura 1. Vista panorámica desde la Sierra La Laguna, B.C.S.

(1986), el grado de Maestro en Ciencias en Ecología y Ciencias Ambientales, en la Universidad Nacional Autónoma de México (1993) y el grado de Doctor en Ecología en la Universidad Autónoma de Madrid, España (1997). Por más de 35 años laboró como Profesor-Investigador en el CIBNOR, formando nuevas generaciones de profesionales que desarrollan sus actividades en la ciencia, como docentes, consultores y tomadores de decisiones en diferentes instancias de gobierno.



Figura 2. Colectando muestras en una salida de campo durante sus estudios de biología en la ENCB.

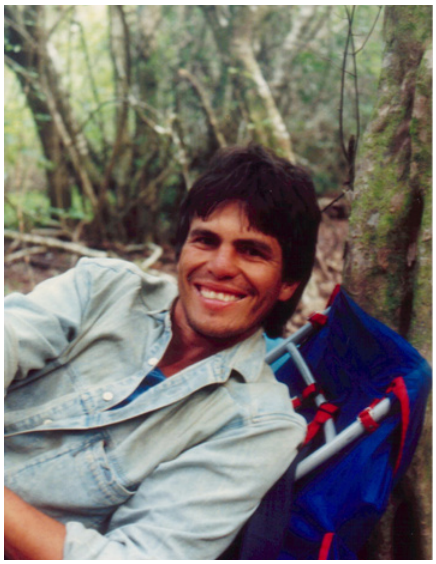


Figura 3. Salida de campo en Isla Socorro (Archipiélago de Revillagigedo), durante sus estudios de maestría.



Figura 4. Paseo por las calles de Madrid, estudios de doctorado.

Su desarrollo profesional se baso siempre en la biología de la conservación y sus líneas de investigación estuvieron enfocadas a la ecología animal, en particular, de las aves, efectos de la actividad humana en comunidades rurales, en especies amenazadas y en peligro de extinción; estudios en áreas fragmentadas y humanizadas, modelación espacial para la determinación de áreas relevantes para la conservación y ordenamiento ecológico territorial.



Figura 5. Censo de campo, nido de búho.

En un reportaje que publicó Cienciamx Noticias, Agencia Informativa CONACyT, en torno a su obtención del premio “Por amor al Planeta” en el 2016, el Dr. Rodríguez Estrella afirmó que el trabajo de campo era de suma importancia, por lo que gran parte de su carrera ocurrió entre las comunidades rurales y las serranías en donde llegaba a internarse por semanas. “Lo que más tiene que hacer uno para obtener la información es ir al sitio en donde están los animales, de poco me serviría tener las muestras tubos Eppendorf, con los patógenos, parásitos y todo lo que vas viendo, si desconozco cómo están los animales en el campo”.

Leer la historia académica del Dr. Ricardo Rodríguez Estrella es echar un vistazo al conocimiento de los ecosistemas de México, desde una perspectiva estructural y funcional hasta los efectos producidos por la actividad humana sobre los mismos, incluyendo el cambio climático y las



Figura 6. Discurso de aceptación del premio "Por el Planeta", Ciudad de México, 2016.

estrategias de manejo y conservación. En esa historia, esta plasmada su llamada de atención al señalar e identificar los grupos biológicos que se han estudiado más y aquellos, a los que se ha puesto menos atención, pero, que requieren atención urgente en función a las presiones humanas y los servicios que brindan a las comunidades y, en general, a la sociedad.

Además de su pasión por la ecología y conservación de las aves rapaces, como ornitólogo, el Dr. Rodríguez Estrella desde finales de los 90´s orientó sus investigaciones a los oasis de B.C.S. para conocer qué actividades humanas estaban produciendo los daños más graves sobre la flora y fauna de los 184 oasis existentes en la Península de Baja California. En sus trabajos, el señaló como mayores factores estresantes: la extracción de agua para el turismo, las actividades agrícolas y mineras, la desecación o drenaje de cuerpos de agua para conversión a zonas agrícolas o frutales, el uso indiscriminado (a lo largo de los años) de la palma de hoja y del carrizo para construcciones rurales, el transporte de palmeras hacia zonas hoteleras y residenciales, la eliminación del carrizal para el "mejoramiento" del paisaje turístico, entre otros.



Figura 7. Su pasión, las aves rapaces.



Figura 8. Oasis La purísima, B.C.S.

Su labor no se limitó a la investigación, sino que fue un apasionado activista social para crear conciencia sobre la conservación, uso y manejo sustentable de los oasis. Su sueño

era promover el mejoramiento del nivel de vida de los pobladores locales de los oasis, manteniendo un balance con la conservación de la biodiversidad de estos ecosistemas y su aprovechamiento sustentable.



Figura 9. Involucrando a la comunidad de los oasis en la erradicación de especies invasoras.

¡Cómo no recordar! un poco antes de la pandemia COVID-19 el Dr. Rodríguez Estrella (y algunos de sus colegas del CIBNOR), alzaron la voz ante de senadores y diputados federales, y de otras diferentes entidades federativas, para llamar la atención los peligros de aceptar una propuesta de iniciativa para establecer una Ley General de Conservación, Protección y Fomento Apícola, y las iniciativas para la "protección de las abejas y otros polinizadores", sin tomar en cuenta que proteger la apicultura en su contexto actual, debe considerar la protección de la diversidad de abejas silvestres del país, pensando en la gran diversidad de especies de abejas de México (10% de las especies conocidas en el mundo) ya que gracias a esta diversidad de abejas tenemos valiosos e indispensables servicios ambientales en nuestros ecosistemas.

Desde la óptica de la biotecnología, el Dr. Rodríguez Estrella, miembro de la Academia de Biotecnología del CIBNOR, fue un visionario de cómo poder capitalizar las herramientas que ofrece esta disciplina para fortalecer sus estudios de ecología y conservación de la biodiversidad. Fue pionero en el CIBNOR en la introducción de estas tecnologías para el desarrollo de sus líneas de investigación y formación de recursos humanos, desde pregrado hasta doctorado. Como ejemplo se pueden mencionar los talleres y cursos que organizó; en 2014, Curso sobre Especies Exóticas Invasoras en México y sus efectos; en 2014, Introducción en Genómica Aplicada a la Investigación Biológica y, en 2015, el Taller Biotecnología Oportunidad para el Desarrollo Económico de Comunidades Rurales en los Oasis Sudcalifornianos, cuyo objetivo fue analizar el potencial que tienen las herramientas biotecnológicas para el aprovechamiento de plantas utilizadas en la medicina tradicional sudcaliforniana, mismo que puede promover el crecimiento económico de comunidades y el desarrollo rural sustentable, vinculándolo con el rescate del patrimonio cultural de los oasis sudcalifornianos.

El Dr. Rodríguez Estrella estaba convencido que "cualquier sistema que es modificado y tiene pérdida de biodiversidad tiene una repercusión negativa en lo que el hombre obtiene: los servicios ecosistémicos". Por eso, sus propuestas de investigación siempre



Figura 10. Compartiendo con sus estudiantes en una salida de campo, B.C.S.



Figura 11. Con su grupo de colaboradores en el proyecto nacional sobre el Águila Real.

estaban encaminadas a que luego pasaran a propuestas de manejo y políticas públicas en el país.

He aquí, un pequeño homenaje al investigador, al colega, al profesor, al conservacionista, al amigo y al gran ser humano que fue el Dr. Ricardo Rodríguez Estrella, quien dejo, sin duda, una gran huella en el país, en sus colaboradores, estudiantes, amigos y vecinos, y en la sociedad en general, una vez que su óptica fue siempre proponer mantener un equilibrio entre la conservación de los ecosistemas y las comunidades que los habitan.





Ana Gisela Reyes Alvarado, Investigadora por México

Ana Gisela Reyes Alvarado, es Investigadora por México comisionada en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Su principal interés es el desarrollo de biotecnologías para incentivar la transferencia al sector productivo; es ingeniera bioquímica y doctora en biotecnología con especialidad en metabolismo secundario, también es investigadora nacional nivel 1 (SNI). Su proyecto principal se llama "Desarrollo y transferencia de biotecnologías para fomentar la innovación en el sector productivo", por lo que desde su llegada al CIB se ha dedicado a proponer proyectos vinculados y articulados, tomando el modelo PENTA de la innovación como base, lo que significa que busca la integración de la academia, con el sector productivo, el gobierno y la sociedad, en pro del ambiente.

El origen de Ana es sencillo, ella creció y vivió en Amatlán de los Reyes, un pueblo de Veracruz, además de que gran parte de su familia es campesina. De hecho, cuando era

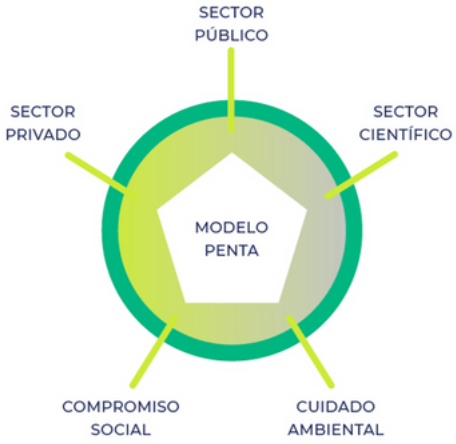


Figura 1. Modelo PENTA de la Innovación. Tomado de la página oficial del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. https://conacyt.mx/conacyt-avanza/

niña visitaba regularmente a sus abuelos paternos que vivieron en un rancho, se levantaba muy temprano a limpiar los corrales de los cerdos y a ordeñar vacas. También iba a cortar café con su papá y sus hermanas. Ana sabe y ha vivido de cerca las dificultades de los campesinos y los trabajadores del campo. Por eso, aunque ha estudiado mucho y ahora es investigadora siempre recuerda sus orígenes y tiene como

visión usar todas las herramientas que ha aprendido a lo largo de su formación científica y su trayectoria profesional para proponer la integración de las comunidades rurales en los procesos productivos, con programas que reconozcan de manera justa y equitativa los conocimientos tradicionales que generan las comunidades.

En el 2015, Ana que está en contacto constante con algunas empresas, conoció a Humberto Sánchez Robles, quien formaba parte de un equipo de Investigación y Desarrollo de una empresa del Noreste de México. Este joven profesional, introdujo a Ana al estudio del Agave lechuguilla, que es una de las especies de agave más abundantes en las regiones áridas y semiáridas de México, ocupa el 10 % del territorio nacional y se usa para obtener el ixtle, que es una fibra parecida al mecate con la que se elaboran cepillos, brochas y prendas de vestir. Lamentablemente, el 85% del *A. lechuguilla* se desecha. Entonces, desde que Ana supo que los campesinos que trabajan con la lechuguilla necesitaban ayuda para aprovechar mejor su recurso, se encargó de buscar la forma de financiar sus proyectos y establecer las colaboraciones necesarias para que la lechuguilla fuera aún más valiosa.

Ana y su grupo de estudiantes saben, y están convencidos, que si dan a conocer los compuestos que contiene la lechuguilla y sus aplicaciones, habrá muchas empresas que se interesen en este recurso y podrán comprar a los campesinos parte de la cosecha, y con esto, ellos tendrán una fuente de ingreso adicional y mejorarán su calidad de vida.



Figura 2. Zoé Pelletier Morreeuw, estudiante de doctorado, tallando hojas de lechuguilla de manera manual para obtener fibras de Ixtle. Fotografía tomada por el Dr. David Castillo Quiroz.



Figura 3. Humberto Sánchez Robles, estudiante de doctorado, recolectando guishe de Agave lechuguilla. Autorretrato.



Figura 4. Selena Karina Hernández Rascón, estudiante de maestría, recolectando jugo de guishe de *Agave lechuguilla*. Fotografía tomada por Vianney Cervantes Güicho.



Figura 5. Jazmín García Lujan, estudiante de maestría, trabajando con camarones para evaluar el efecto de un extracto de guishe de Agave lechuguilla en la productividad del cultivo. Fotografía tomada por el equipo de trabajo.

Es muy importante saber que la cooperación y la colaboración con los sectores productivo, académico, social y gubernamental, son factores muy importantes para el éxito del modelo PENTA de la innovación, por lo que Ana tiene un sinfín de colegas e instituciones que la apoyan para materializar sus objetivos. Gracias a estos colaboradores, a sus estudiantes, a las empresas, a los funcionarios, y a las comunidades de campesinos con las que trabaja de cerca, Ana puede continuar con sus investigaciones, para proponer estrategias de aprovechamiento integral del A. lechuguilla que es un recurso de importancia biocultural, o sea que, entre tanto, beneficia a los campesinos. Estas estrategias incluyen la obtención de moléculas o productos de valor económico, la búsqueda de metabolitos de interés biotecnológico, la modernización y creación de nuevos procesos sustentables y no contaminantes para la transformación de material biológico, y la conservación de las especies, del ambiente y la diversidad biológica.



Figura 7. Grupo de estudiantes de Licenciatura de la Universidad Autónoma de Coahuila, con los Doctores, Leopoldo Ríos Gonzáles, Miguel Medina Morales y Ana Gisela Reyes Alvarado.



Figura 8. Reunión de avances y discusión con estudiantes de CIBNOR. De izquierda a derecha: Ramón Figueroa Ruíz (residente de la UNAD), Selena Karina Hernández Rascón (Estudiante de Maestría), Zoé Pelletier Morreeuw (estudiante de doctorado), Jessica Alejandra Chávez Cobian (estudiante de maestría), Ana Reyes (investigadora), Leopoldo Ríos González (Investigador). Fotografía tomada en La Paz BCS.



Figura 14. Iniciativa de comunicación pública de la ciencia, con las comunidades de Lechuguilleros. Izquierda: Ejido Cosme, Coahuila; derecha: Ejido Fraustro, Coahuila.

Por todos estos valores, y su esfuerzo en pos del bienestar social, en todos sus sentidos, consideramos a la Dra. Ana Gisela Reyes Alvarado como una heroína entre nosotros y quisimos darle este breve reconocimiento a su silenciosa labor.


NH
HO