

Artículo Científico

## Especies de *Ramalina*, *Dirinaria* y *Lecanora* en la playa “El Maviri”: Un primer reporte

Guerra-Meza Omar<sup>1</sup>, Garrido-Palazuelos Lennin I.<sup>2</sup>, Mora-Romero Guadalupe Arlene<sup>3</sup>, Félix-Gastélum Rubén<sup>1</sup>, Leyva-Madrigal Karla Y.<sup>3</sup>, Sánchez-Parra Luis R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO), Unidad Regional Los Mochis. Departamento Académico de Ciencias Naturales y Exactas. Blvd. Macario Gaxiola y Carretera Internacional, México 15, C.P. 81223, Los Mochis, Sinaloa, México.

<sup>2</sup>UAdeO, Unidad Regional Los Mochis. Departamento Académico de Ciencias de la Salud. Blvd. Macario Gaxiola y Carretera Internacional, México 15, C.P. 81223, Los Mochis, Sinaloa, México.

<sup>3</sup>UAdeO, Unidad de Investigación en Ambiente y Salud. Blvd. Macario Gaxiola y Carretera Internacional, México 15, C.P. 81223, Los Mochis, Sinaloa, México.

Correspondencia: [arlene.mora@uadeo.mx](mailto:arlene.mora@uadeo.mx)

**Área Temática:**  
Ciencias Ambientales

Recibido: 24 noviembre, 2024

Aceptado: 15 enero, 2025

Publicado: 28 enero de 2025

**Cita:** Guerra-Meza O, Garrido-Palazuelos LI, Mora-Romero GA, et al. 2025. Especies de *Ramalina*, *Dirinaria* y *Lecanora* en la playa “El Maviri”: Un primer reporte. *Bioc Scientia* 1(1). <https://doi.org/10.63622/RBS.2401>



**Copyright:** © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

**Resumen:** Los líquenes son asociaciones simbióticas mutualistas entre hongos y microalgas o cianobacterias que pueden prosperar en un amplio margen de ecosistemas, incluyendo aquellos con condiciones desérticas o altitudes elevadas. Debido a su sensibilidad a contaminantes atmosféricos y a su capacidad para absorber y retener elementos metálicos, éstos han sido utilizados como bioindicadores de la salud ecosistémica. A pesar de su relevancia ecológica, existe poca información respecto a la diversidad de líquenes en ciertas regiones de México, como el estado de Sinaloa. En este estudio se realizó un muestreo dirigido en la playa “El Maviri”, ubicado en el municipio de Ahome, Sinaloa, en el que se obtuvieron cinco morfotipos de líquenes. Para su identificación, se extrajo su ADN mediante el método CTAB, se amplificó la región ITS y se realizó un análisis filogenético mediante el método de Máxima Verosimilitud. En el análisis, tres muestras se identificaron como *Ramalina* sp., dos de ellas formaron un clado hermano a *R. complanata* y una a *R. stenospora*. Por otra parte, una muestra se identificó como *Dirinaria consimilis*, mientras que la última muestra se identificó como *Lecanora* sp., misma que formó un clado cercano a *L. argopholis*. Estos resultados enfatizan la importancia de la playa “El Maviri” como un hábitat para la diversidad de líquenes, sin embargo, se necesitan más estudios para explorar los roles ecológicos de estas especies, así como evaluar su potencial para fines médicos o biotecnológicos.

**Palabras clave:** Liquen, identificación molecular, *Ramalina*, *Dirinaria*, *Lecanora*

**Abstract:** Lichenized fungi are a part of lichen symbiotic associations, in which a fungus and a microalgae or cyanobacteria form a mutually beneficial relationship. This relationship allows lichenized fungi to thrive in a wide range of environments, including extreme conditions such as deserts and high altitudes. Due to their sensibility to atmospheric pollutants and their ability to absorb and retain metallic elements, they have been used as bioindicators of the ecosystem health. Despite their ecological significance, little is known about the species diversity of lichenized fungi in certain regions of México, such as the state of Sinaloa. In this study, a directed sampling was performed in “El Maviri” beach, located in the municipality of Ahome, Sinaloa, in which five lichen morphotypes were obtained. For their identification, their DNA was extracted through the CTAB method, the ITS region was amplified and a phylogenetic analysis was performed using the Maximum Likelihood method. In the analysis, three samples were identified as *Ramalina* sp., where two of them formed a sister clade with *R. complanata* and one with *R. stenospora*. On the other hand, one sample was identified as *Dirinaria consimilis*, while the last sample was identified as *Lecanora* sp., which formed a sister clade with *L. argopholis*. These findings emphasize the importance of “El Maviri” beach as a habitat for lichen diversity. Further studies should be conducted to explore the potential ecological roles of these lichen species and to assess their potential for medicinal or other practical uses.

**Keywords:** Lichenized fungi, molecular identification, *Ramalina*, *Dirinaria*, *Lecanora*.

## INTRODUCCIÓN

Los líquenes se definen como sistemas simbióticos autosustentables derivados de la interacción mutualista entre hongos y algas, conocidos como micobiontes y fotobiontes, respectivamente (Muggia y Grube, 2018). También, se describen como ecosistemas complejos que son hospederos de múltiples microorganismos, tales como bacterias, algas verdes, diatomeas, cianobacterias y otros hongos liquenizados asociados como parásitos, saprófitos o comensales (Cardinale *et al.*, 2008; Lawrey y Diederich, 2003; Moya *et al.*, 2017; Zachariah y Varghese, 2018).

Esta diversidad microbiana influye en la condición y la función de las comunidades de líquenes. Por ejemplo, las microalgas y cianobacterias contribuyen a la actividad fotosintética de líquenes, que les provee de energía a través de la producción de carbohidratos (Grimm *et al.*, 2021). Por otra parte, las diatomeas contribuyen a su integridad estructural de los líquenes a través de la formación de corazas silíceas que protegen al organismo del estrés ambiental (Brochhardt *et al.*, 2017). Por otra parte, algunos hongos liquenizados pueden actuar como parásitos, alimentándose de los nutrientes y los recursos de los líquenes, ocasionando su debilitamiento y su muerte potencial. Sin embargo, otros hongos presentan una relación simbiótica mutualista. Esta interacción es fundamental para la supervivencia de muchos líquenes, ya que les permite adaptarse a diferentes condiciones ambientales y aumentar su capacidad de colonización (Lawrey y Diederich, 2003). El hongo aporta nutrientes adicionales, ayudándolo a crecer y reproducirse de manera más eficiente. Además, puede proteger al liquen de posibles depredadores o patógenos, lo que aumenta su longevidad y su capacidad de dispersión (Grube, 2010; Magyar *et al.*, 2016). La relación simbiótica entre ciertos hongos y los líquenes es esencial para mantener el equilibrio ecológico en los ecosistemas donde habitan.

Estos organismos son un grupo cosmopolita que pueden encontrarse en diferentes microhábitats y microclimas dependiendo del taxón o grupo de taxones a los que pertenecen (Galloway, 1992). Los líquenes son considerados extremistas debido a su habilidad para crecer en ambientes extremos, así como desiertos secos, cálidos y fríos (Herrera-Campos *et al.*, 2014; Knudsen *et al.*, 2017). Algunos hongos liquenizados prefieren habitar líquenes de regiones árticas, en donde lo protegen de las temperaturas frías extremas (Etayo *et al.*, 2023). Otros se desarrollan en bosques tropicales, donde contribuyen a la retención de la humedad y previenen la desecación del liquen (Lücking, 1999). Además, pueden crecer en diferentes sustratos como rocas, costras del suelo, detritus, corteza de árboles o arbustos e, incluso, cemento, plástico y vidrio; también, presentan distintos tipos de crecimiento, como incrustante, el folioso y el fruticoso, las cuales son las formas más prevalentes (Shukla *et al.*, 2013). Por consiguiente, los hábitats en los que los líquenes se encuentran influyen su morfología, permitiendo la formación de diferentes estructuras, tamaños y colores (Hawksworth, 1988).

Adicionalmente a su adaptabilidad y sus beneficios ecológicos, se ha observado que los líquenes presentan una relación con la calidad del aire. Debido a su sensibilidad a contaminantes industriales y atmosféricos, así como a su habilidad para acumular metales y otros contaminantes en su talo, los líquenes han sido utilizados como bioindicadores para evaluar la salud ecosistémica y el impacto de las actividades antropogénicas en el ambiente (Bergamini *et al.*, 2005; McCune *et al.*, 2018; Benítez *et al.*, 2019). Sin embargo, distintas especies de líquenes han mostrado capacidades diferentes para absorber o tolerar contaminantes (Asplund y Wardle, 2016). Esto resalta la importancia de su identificación, convirtiéndose en un paso esencial previo al uso de estos organismos para monitorear un área.

A nivel mundial, se estima que se han descrito más de 20,000 especies de líquenes (Hawksworth y Lücking, 2017). En México, la investigación sobre la diversidad de líquenes se encuentra en crecimiento y se estima que existen alrededor de 2,833 *taxa*, que incluyen 2,722 especies y 111 categorías infraespecíficas, siendo el grupo de los ascomicetes más diverso en comparación con el de los basidiomicetes (Herrera-Campos *et al.*, 2014). Actualmente, existe poca información respecto a las especies de líquenes presentes en Sinaloa y no existen estudios extensos en donde se estime su diversidad y distribución (Ponce de León, 1908; Culberson, 2002). Esta falta de conocimiento representa una barrera para el entendimiento de la biodiversidad de líquenes en la región. Debido a que estos organismos son importantes indicadores de la salud ambiental, se considera esencial llevar a cabo más estudios. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue identificar molecularmente especies de líquenes en la playa “El Maviri”, Sinaloa, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

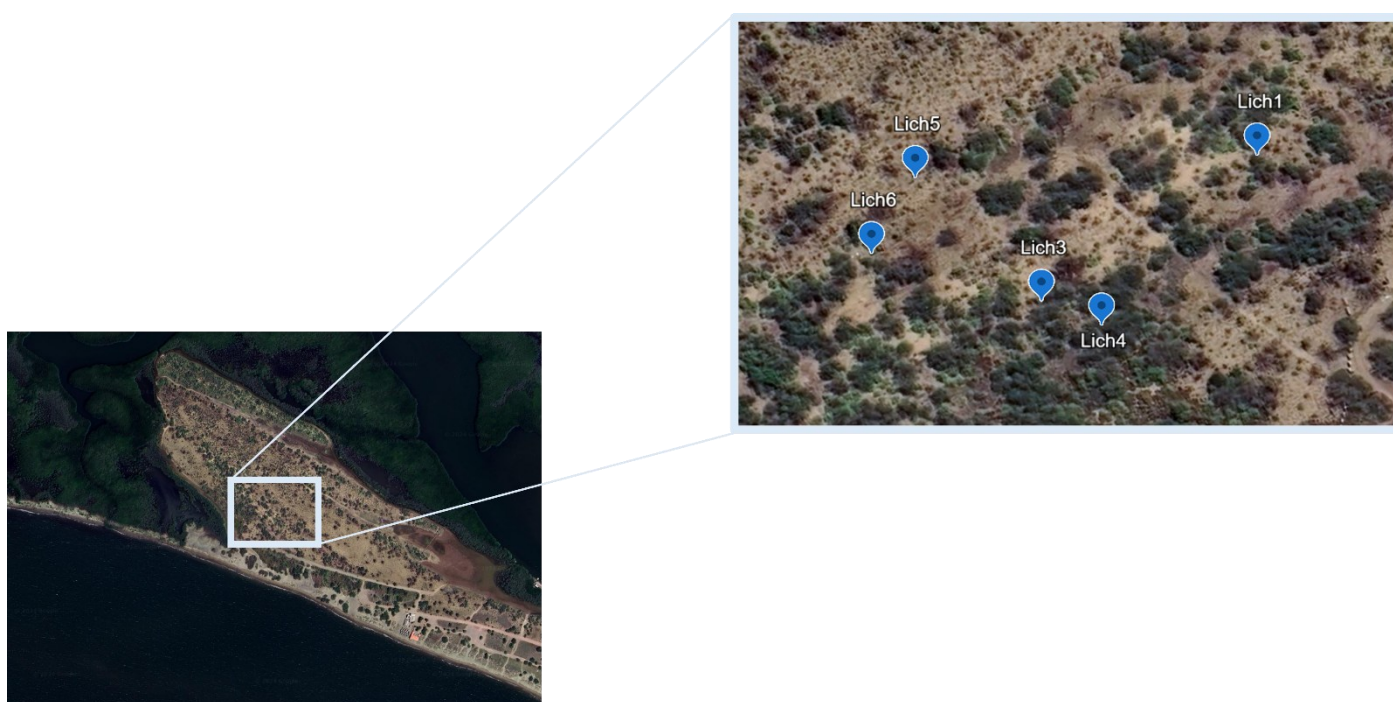
### *Área de estudio*

La zona turística “La playa El Maviri” (25°34′47.1 N - 109°6′57.24 O) está localizada en el municipio de Ahome al norte de Sinaloa, entre la Bahía de Topolobampo y el Mar de Cortés, y presenta aproximadamente 2 km de costa. El terreno es plano con la presencia de montañas con elevaciones ligeras. La vegetación del área se compone mayoritariamente de herbáceas, arbustos, chaparrales y vegetación tropical, por ejemplo, mangles y palmas. El tipo de clima es cálido-seco y su temperatura promedio es de 33°C la mayor parte del año (INFAED, 1988).

### *Toma de muestras*

Se llevó a cabo un muestro dirigido durante marzo del 2021 en el que se obtuvieron cinco morfotipos de líquenes. Las muestras se recolectaron de arbustos utilizando un cuchillo para cortar las ramas y fueron transportadas en bolsas de papel al Laboratorio de Biotecnología y Biología Molecular de la Universidad Autónoma de Occidente en Los Mochis, Sinaloa, México. Las muestras se secaron

al aire y se almacenaron a 25°C previo a la extracción de ADN. El mapa del área de estudio se muestra en la Figura 1, y las coordenadas de los sitios de muestreo se encuentran en la Cuadro 1.



**Figura 1.** Mapa del área de estudio. En la imagen se presentan los sitios de muestreo y los nombres correspondientes a cada aislado

**Cuadro 1.** Número de muestras y coordenadas de los sitios de muestreo. Se muestran las cinco

| Muestra | Coordenadas                    |
|---------|--------------------------------|
| Lich1   | 25°35'05.30 N - 109°07'33.90 O |
| Lich3   | 25°32'07.19 N - 109°07'34.58 O |
| Lich4   | 25°32'07.19 N - 109°07'34.58 O |
| Lich5   | 25°35'08.41 N - 109°07'33.66 O |
| Lich6   | 25°35'9.89 N - 109°07'35.92 O  |

muestras que fueron analizadas con su correspondiente coordenada.

### *Métodos de extracción de ADN y PCR*

El ADN genómico se extrajo mediante el método CTAB (Doyle, 1991), en el que se utilizaron 100 mg de cada muestra. Para visualizar la calidad del ADN se realizó una electroforesis en un gel de agarosa al 1% elaborado con Buffer TAE 1X (Tris-actetate-EDTA 0.5 M pH 8.0) y teñido con bromuro de etidio ( $C_{21}H_{20}BrN_3$ ). Las muestras se corrieron a 85V, 25 mA por 35 min, y se visualizaron en un fotodocumentador Gel Doc<sup>TM</sup> XR (BIORAD). Para la identificación molecular, las regiones ITS fueron amplificadas utilizando el par de cebadores ITS1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3') e ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3') (Martin y Rygiewicz, 2005). El PCR se llevó a cabo en un termociclador Apollo ATC-201 (Nyx Technik, San Diego, California, EUA). La reacción de PCR constó de un volumen de 25  $\mu$ L, el cual contenía 1  $\mu$ L de templado de ADN (1:10), 2.5  $\mu$ L de solución Buffer 10X, 1  $\mu$ L de  $MgCl_2$  1.5 mM, 0.5  $\mu$ L de dNTPS 10 mM, 0.5  $\mu$ L de cada cebador 10 mM, 0.2  $\mu$ L de Taq ADN Polimerasa (Invitrogen) y 18.8  $\mu$ L  $H_2O$  Ultra Pura. Las condiciones para las amplificaciones consistieron de una desnaturalización inicial de 5 min a 95°C, seguido de 35 ciclos de 40 s a 95°C, un alineamiento de 45 s a 57°C, una extensión de 45 s a 72°C, y una extensión final de 5 min a 72°C. Los productos de PCR se separaron mediante electroforesis y se

visualizaron de acuerdo a la metodología descrita previamente.

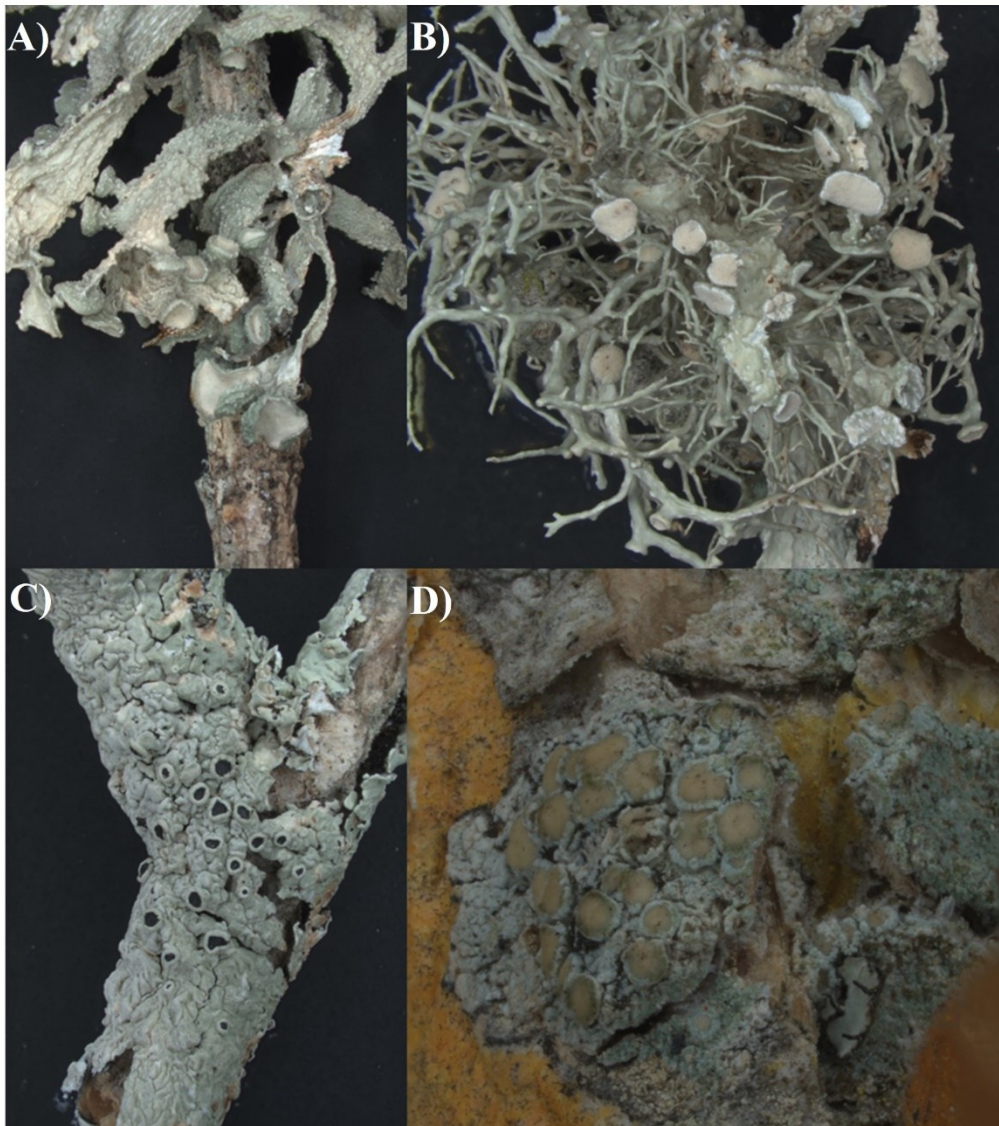
### *Análisis filogenético*

Los productos de PCR se secuenciaron unidireccionalmente en MacroGen Inc, en Seúl, Corea del Sur. Las secuencias de ADN fueron editadas en el programa BioEdit 7.2.5 (Hall, 1999) y los alineamientos se llevaron a cabo con el algoritmo MUSCLE (Edgar, 2004) implementado en el programa Mega 11, utilizando secuencias de referencia de todas las especies reportadas para cada uno de los géneros identificados, así como secuencias de grupos externos para enraizar los filogramas. Las secuencias de referencia fueron recuperadas de Pérez-Ortega *et al.* (2010), Hayward *et al.* (2014), Lee y Hur (2020), Rangsiruji *et al.* (2020), Arup *et al.* (2023), Li *et al.* (2023) y Park *et al.* (2023) (Cuadro 2 en anexo). El árbol filogenético se construyó por el método de Máxima Verosimilitud, utilizando el modelo General Time Reversible con distribución gama (cuatro categorías) y sitios invariantes (GTR + G + I). La topología del árbol se evaluó con 1000 réplicas bootstrap y se editó en FigTree 1.4.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio, cinco hongos liquenizados fueron identificados mediante la amplificación del marcador ITS. El tamaño de los amplicones osciló entre 500 y 600 pb. Las secuencias de los organismos identificados fueron depositadas en la base de datos GenBank (Cuadro 2 en Anexo). Las morfologías observadas durante el muestreo se muestran en la Figura 2. En cuanto a los aislados de *Ramalina*, la comparación de secuencias en la base de datos GenBank reveló un 96.4% de identidad de los aislados Lich1 y Lich3 con *Ramalina complanata* y un 95.7% de identidad entre el aislado Lich6 y *R. peruviana*. Sin embargo, en el análisis filogenético, los aislados Lich1 y Lich3 se agruparon en un cluster independiente con un alto valor de soporte *bootstrap* (100%), formando un clado hermano con *R. complanata*, mientras que la cepa Lich6 se agrupó con *R. stenospora* (MN954853.1) con un alto valor de soporte *bootstrap* (85%), indicando una cercana relación genética entre las especies (Figura 3).





**Figura 2.** Líquenes identificados en el presente estudio. **A.** *Ramalina* sp. (Lich1 y Lich3) **B.** *Ramalina* sp. (Lich6) **C.** *Dirinaria consimilis* (Lich4) **D.** *Lecanora* sp. (Lich5).

Por otra parte, el aislado Lich4 mostró un 97.1% de identidad con *Dirinaria consimilis*. Esto se confirmó a través del análisis filogenético, en el que formó un clado con las secuencias de referencia de dicha especie (*bootstrap* 100%) (Figura 4). En cuanto a Lich5, la comparación de secuencias en la base de datos GenBank reveló un 86.1% de identidad con el orden Lecanorales. En el árbol filogenético, la cepa formó un clado independiente cercano a *Lecanora argopholis* (*bootstrap* 100%) (Figura 5). De acuerdo al análisis, Lich1, Lich3 y Lich6 fueron identificados como *Ramalina* sp., Lich4 como *D. consimilis* y Lich5 como *Lecanora* sp.

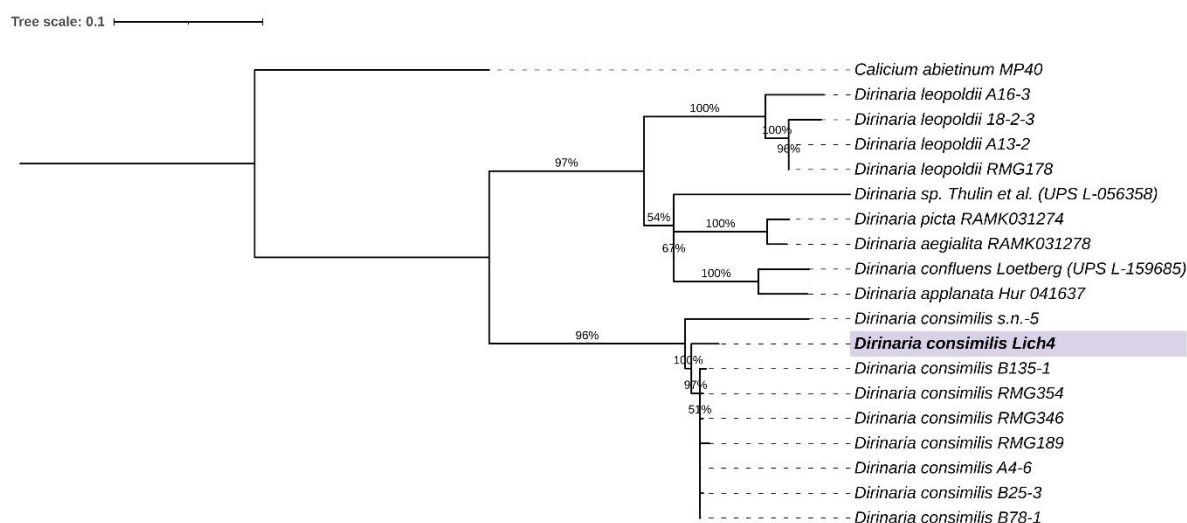
Los líquenes son conocidos por sus complejas interacciones mutualistas con hongos, algas y cianobacterias (Morillas *et al.*, 2022). Estos organismos se encuentran en diversos hábitats, incluyendo ambientes terrestres, dulceacuícolas

y marinos, además, poseen funciones ecológicas importantes, así como contribuir en la formación de suelos y en la fijación de nitrógeno. Adicionalmente, proveen hábitat y nutrición para numerosas especies (Asplund y Wardle, 2016; Grimm *et al.*, 2021; Ellis *et al.*, 2021). Además, los líquenes han sido utilizado para diversos propósitos, incluyendo la producción de tintes, fármacos y sustancias comestibles (Elkhateeb *et al.*, 2021; Shah *et al.*, 2024; Räisänen, 2023).



**Figura 3.** Árbol filogenético de especies de *Ramalina* generado a través del Método de Máxima Verosimilitud. La escala representa el número promedio de sustitución por sitio. Se muestran los valores *bootstrap*  $\geq 50\%$ . Los aislados evaluados se encuentran resaltados y en negritas.



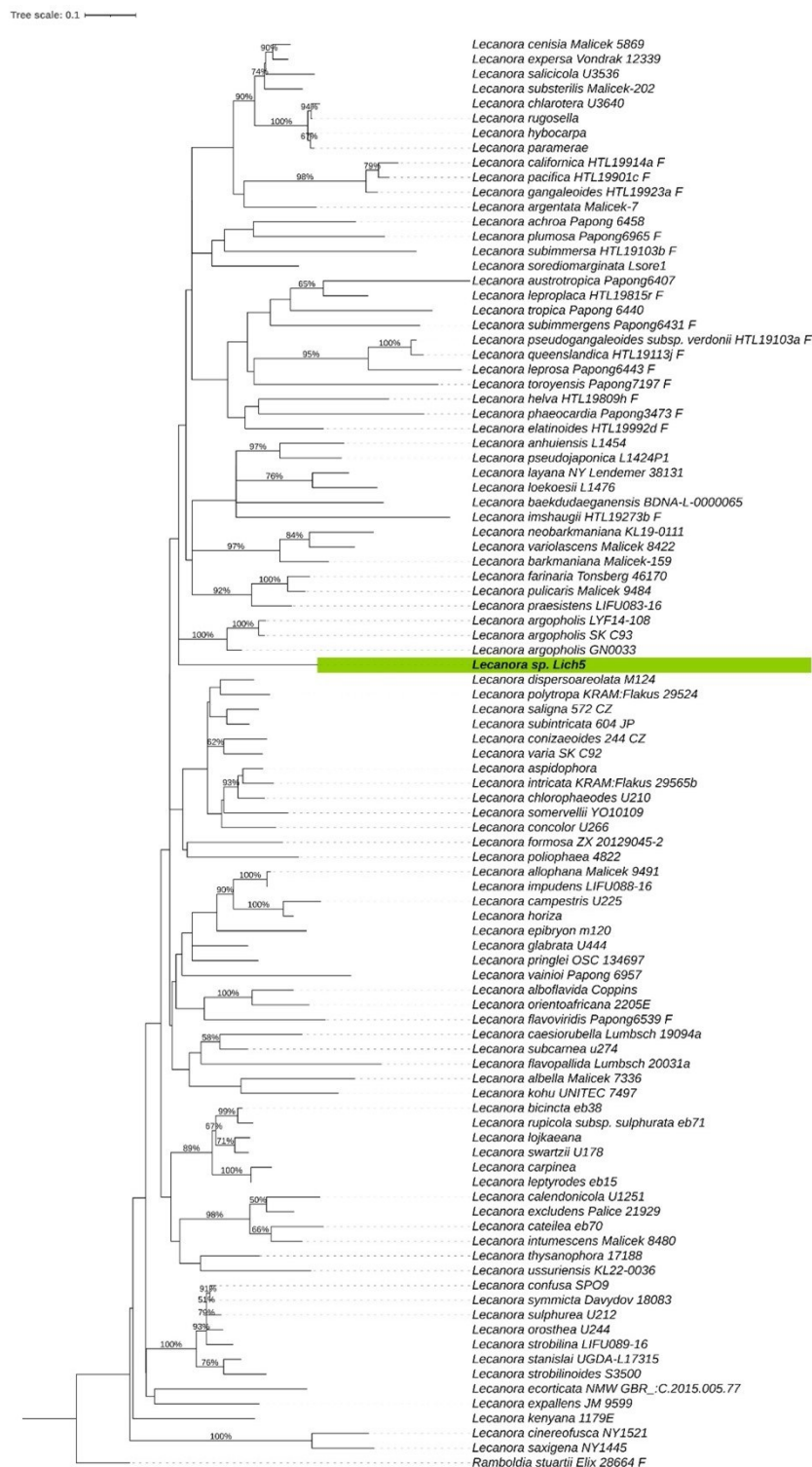


**Figura 4.** Árbol filogenético de especies de *Dirinaria* generado a través del Método de Máxima Verosimilitud. La escala representa el número promedio de sustituciones por sitio. Se muestran los valores *bootstrap*  $\geq 50\%$ . Los aislados evaluados se encuentran resaltados y en negritas.

A pesar del interés creciente en la identificación de líquenes en México, aún existe escasa información sobre el uso de técnicas moleculares, como secuenciación de ADN, para alcanzar una comprensión integral de la diversidad de líquenes en el país. Esta falta de información no sólo impide el progreso del área, sino que afecta el potencial para nuevos descubrimientos. En este estudio, la identificación de cinco hongos liquenizados se logró mediante la amplificación de la región ITS, un acercamiento ampliamente aceptado para la identificación de hongos (Schoch *et al.*, 2012). Este método permite discernir especies genéticamente cercanas y provee valiosas perspectivas sobre sus relaciones evolutivas en comparación con la identificación morfológica y química (Raja *et al.*, 2017; Tekpinar y Kalmer, 2019).

En el presente estudio, tres especímenes de hongos liquenizados recolectados de la playa “El Maviri” fueron identificados como *Ramalina* sp., dos de ellos, filogenéticamente cercanos a *R. complanata* (Lich1 y Lich3), y uno cercano a *R. stenospora* (Lich6). Las especies de *Ramalina* son reconocidas por su distribución cosmopolita, que incluye costas rocosas, acantilados y zonas de litoral. Este género también se reconoce por incluir especies endémicas o geográficamente específicas (LaGreca *et al.*, 2020; Spjut *et al.*, 2020; Poncet *et al.*, 2021). En México, las especies de *Ramalina* han sido descritas en distintos estados, así como Baja California (Bowler y Rundel, 1973), Guanajuato (Puy-Alquiza *et al.*, 2018), Morelos (Sánchez-Girón *et al.*, 2023), Puebla (Pérez-Pérez *et al.*, 2024) Sonora (Kashiwadani y Nash, 2002), y Veracruz (Córdova-Chávez, 2016), entre otros. Sin embargo, en el estado de Sinaloa los estudios sobre líquenes son escasos.

Entre los pocos reportes disponibles, destaca el conducido por Bowler y Rundel (1972) donde la especie *Ramalina sinaloensis* fue descrita en el municipio de Elota.



**Figura 5.** Árbol filogenético de especies de *Lecanora* generado a través del Método de Máxima Verosimilitud. La escala representa el número de sustituciones promedio por sitio. Se muestran los valores *bootstrap*  $\geq 50\%$ . Los aislados evaluados se encuentran resaltados y en negritas.

*Dirinaria consimilis* fue otra especie identificada en este estudio. Ésta es conocida por su habilidad para tolerar condiciones ambientales desfavorables, así como altos niveles de contaminación atmosférica (Shukla *et al.*, 2013). Esta especie ha sido encontrada en zonas urbanas con altos niveles de contaminación, así como en zonas prístinas (Balaji y Hariharan, 2013; Thakur *et al.*, 2022). Esto sugiere que *D. consimilis* posee adaptaciones únicas que le permite sobrevivir y desarrollarse tanto en ambientes contaminados como no contaminados. En México, las especies de *Dirinaria* han sido identificadas en distintas zonas, por ejemplo, Chiapas (Sipman y Wolf, 1998), Jalisco (Miranda-González *et al.*, 2023), Puebla (Pérez-Pérez *et al.*, 2024) y Veracruz (Guzmán *et al.*, 2021). Este género también ha sido reportado en las áreas de transición desértica de Baja California, Sonora y Sinaloa (Nash *et al.*, 2002).

Además, Lich5 fue identificado como *Lecanora* sp., un género caracterizado por incluir a especies de líquenes crustosos descritos en su mayoría en ambientes templados o fríos (Dos Santos *et al.*, 2023). En México, especies de *Lecanora* han sido reportadas en Aguascalientes (Miguel-Vázquez *et al.*, 2021), Morelos (Sánchez *et al.*, 2023), Oaxaca (León-González y Pérez-Pérez, 2020) y Sonora (Nash y Hertel, 1997).

Por otra parte, los aislados de *Ramalina* y *Lecanora* no pudieron ser identificadas hasta la categoría de especie. Esto sugiere que podría haber especies sin descripción dentro del género o que el análisis requiere de diferentes marcadores moleculares para determinar las especies exactas de estos hongos liquenizados. Por ejemplo, algunos estudios han incluido marcadores como mtSSU, LSU, *RPB1* y *RPB2* para la identificación de especies de *Ramalina* (Kistenich *et al.*, 2018; LaGreca *et al.*, 2020), así como mtSSU y LSU para especies dentro del género *Lecanora* (Ivanovich *et al.*, 2021; Park *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2023).

En general, la identificación de líquenes es crucial para comprender sus roles ecológicos y sus contribuciones al funcionamiento ecosistémico. Adicionalmente, es importante para los esfuerzos de conservación ya que ciertas especies de podrían ser raras o encontrarse en alguna categoría de riesgo. Por ello, futuras investigaciones deberían enfocarse en desarrollar nuevos métodos para la identificación y caracterización de la diversidad y distribución de estos organismos. El presente trabajo representa el primer reporte de líquenes en esta región y provee datos valiosos para futuras investigaciones. Además, sus hallazgos resaltan la necesidad de realizar más estudios para comprender la importancia ecológica de estos organismos, así como sus interacciones con otros

seres vivos en los ecosistemas.

## CONCLUSIONES

En este estudio, cinco hongos liquenizados de la playa “El Maviri” en Sinaloa, fueron identificados. Tres especímenes fueron identificados como *Ramalina* sp., uno como *Dirinaria consumilis* y otro como *Lecanora* sp. La información obtenida servirá como base para investigaciones subsecuentes sobre las funciones ecológicas de estos hongos, misma que se considera necesaria para su preservación. Se considera crucial rastrear y examinar a estos organismos para ganar un mayor entendimiento sobre su participación en el mantenimiento de la salud ecosistémica. Este estudio es el primer reporte de identificación molecular de líquenes en el estado de Sinaloa, México.

## Contribución de los autores

OGM: Conceptualización del estudio, diseño del muestreo, ejecución del muestreo, análisis e interpretación de datos, preparación del manuscrito, edición y revisión; LIGP: Ejecución del muestreo, análisis e interpretación de datos, preparación del manuscrito; GAMR: Diseño del muestreo, análisis e interpretación de datos, preparación del manuscrito, edición y revisión, aprobación de la versión final del manuscrito; RFG: Análisis e interpretación de datos, preparación del manuscrito, edición y revisión, aprobación de la versión final del manuscrito; KYLM: Diseño del muestreo, análisis e interpretación de datos, preparación del manuscrito, edición y revisión, aprobación de la versión final del manuscrito; LRSP: Análisis e interpretación de datos, preparación del manuscrito, edición y revisión, aprobación de la versión final del manuscrito.

## Financiamiento

Este estudio no recibió financiamiento de ninguna organización pública o privada.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Occidente, en Los Mochis, Sinaloa, por permitir el desarrollo de este proyecto de investigación en sus instalaciones.

## Conflicto de interés

Los autores declaran que no hay conflictos de interés.

## REFERENCIAS

- Arup U, Holien H, Coppins BJ. 2023. *Lecanora caledonica* – a new species in the *Lecanora intumescens* group (Lecanoraceae) from north-western Europe. *The Lichenologist*, 55(3–4), 107–114. DOI: 10.1017/s0024282923000233
- Asplund J, Wardle DA. 2016. How lichens impact terrestrial communities and ecosystem properties. *Biological Reviews*, 92(3), 1720–1738. DOI: 10.1111/brv.12305
- Balaji P, Hariharan GN. 2013. Diversity of Macrolichens in Bolampatti II Forest Range (Siruvani Hills), Western Ghats, Tamil Nadu, India. *ISRN Biodiversity*, 2013, 1–7. DOI: 10.1155/2013/124020
- Benítez N, Medina J, Vásquez C, Loaiza T, Luzuriaga Y, Calva J. 2019. Lichens and Bromeliads as Bioindicators of Heavy Metal Deposition in Ecuador. *Diversity*, 11(2), 28. DOI: 10.3390/d11020028
- Bergamini A, Scheidegger C, Stofer S, et al. 2005. Performance of Macrolichens and Lichen Genera as Indicators of Lichen Species Richness and Composition. *Conservation Biology*, 19(4), 1051–1062. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2005.00192.x-i1
- Borchhardt N, Schiefelbein U, Abarca N, Boy J, Mikhailyuk T, Sipman HJ, Karsten U. 2017. Diversity of algae and lichens in biological soil crusts of Ardley and King George islands, Antarctica. *Antarctic Science*, 29(3), 229–237. DOI: 10.1017/s0954102016000638
- Bowler PA, Rundel PW. 1972. A New Species of *Ramalina* from Sinaloa, Mexico. *The Bryologist*, 75(4), 574–576. DOI: 10.2307/3241213
- Bowler PA, Rundel PW. 1973. Two New Lichens (*Ramalina*) from Baja California, Mexico. *The Bryologist*, 76(1), 211–213. DOI: 10.2307/3241251
- Cardinale M, Vieira de Castro J, Müller H, Berg G, Grube M. 2008. *In situ* analysis of the bacterial community associated with the reindeer lichen *Cladonia arbuscula* reveals predominance of Alphaproteobacteria. *FEMS Microbiology Ecology*, 66(1), 63–71. DOI: 10.1111/j.1574-6941.2008.00546.x
- Córdova-Chávez O, Castillo-Campos G, Pérez-Pérez RE, García-Franco JG, da Silva-Cáceres ME. 2016. Alpha Diversity of Lichens Associated with *Quercus laurina* in a Mountain Cloud Forest at Cofre de Perote Eastern Slope (La Cortadura), Veracruz, Mexico. *Cryptogamie, Mycologie*, 37(2), 193–204. DOI: 10.7872/crym/v37.iss2.2016.193
- Culberson WL. 2002. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region—Volume 1. *The Bryologist*, 105(4), 725–725. DOI: 10.1639/0007-2745(2002)105[0725:lfotgs]2.0.co;2
- Dos Santos LA, Aptroot A, Lücking R, Cáceres MES. 2023. *Lecanora* s.lat. (Ascomycota, Lecanoraceae) in Brazil: DNA Barcoding Coupled with Phenotype Characters Reveals Numerous Novel Species. *Journal of Fungi*, 9, 415. DOI: 10.3390/jof9040415
- Doyle J. 1991. DNA Protocols for Plants. *Molecular Techniques in Taxonomy*, 283–293. DOI: 10.1007/978-3-642-83962-7\_18
- Edgar RC. 2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research*, 32(5), 1792–1797. DOI: 10.1093/nar/gkh340
- Elkhateeb WA, Daba GM, Sheir D, Nguyen TD, Hapuarachchi, KK, Thomas PW. 2021. Mysterious World of Lichens: Highlights on Their History, Applications, and Pharmaceutical Potentials. *The Natural Products Journal*, 11(3), 275–287. DOI: 10.2174/2210315510666200128123237
- Ellis CJ, Asplund J, Benesperi R, et al. 2021. Functional Traits in Lichen Ecology: A Review of Challenge and Opportunity. *Microorganisms*, 9(4), 766. DOI: 10.3390/microorganisms9040766
- Etayo J, Sancho LG, Pino-Bodas R. 2023. Taxonomic and phylogenetic approach to some Antarctic lichenicolous fungi. *Mycological Progress*, 22(2). DOI: 10.1007/s11557-022-01860-7
- Galloway DJ. 1992. Biodiversity: a lichenological perspective. *Biodiversity and Conservation*, 1(4), 312–323. DOI: 10.1007/bf00693767
- Gerlach ADCL, Toprak Z, Naciri Y, Caviro EA, da Silveira, RMB, Clerc P. 2019. New insights into the *Usnea cornuta* aggregate (Parmeliaceae, lichenized Ascomycota): Molecular analysis reveals high genetic diversity correlated with chemistry. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 131, 125–137. DOI: 10.1016/j.ympev.2018.10.035



- Grimm M, Grube M, Schiefelbein U, Zühlke D, Bernhardt J, Riedel K. 2021. The Lichens' Microbiota, Still a Mystery? *Frontiers in Microbiology*, 12. DOI: 10.3389/fmicb.2021.623839
- Grube M. 2010. Die Hard: Lichens. In: Seckbach J and Grube M (eds), *Symbioses and Stress. Joint Ventures in Biology* Vol. XVII: Springer, pp. 509–523. DOI: 10.1007/978-90-481-9449-0\_26
- Guzmán G, Pérez-Pérez RE, Ramírez-Juárez JA. 2021. La importancia de un jardín doméstico en la conservación de macrolíquenes cortícolas en Veracruz, México. *Madera y bosques*, 27(1), 1–10. DOI: 10.21829/myb.2021.2712068
- Hall TA. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95–98.
- Hawksworth DL. 1988. The variety of fungal-algal symbioses, their evolutionary significance, and the nature of lichens. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 96(1), 3–20. DOI: 10.1111/j.1095-8339.1988.tb00623.x
- Hawksworth DL, Grube M. 2020. Lichens redefined as complex ecosystems. *New Phytologist*, 227(5), 1281–1283. DOI: 10.1111/nph.16630
- Hawksworth DL, Lücking R. 2017. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. *Microbiology Spectrum*, 5(4). DOI: 10.1128/microbiolspec.funk-0052-2016
- Hayward GC, Blanchon DJ, Lumbsch HT. 2014. Molecular data support *Ramalina ovalis* as a distinct lineage (Ramalinaceae, Ascomycota). *The Lichenologist*, 46(4), 553–561. DOI: 10.1017/s0024282913000947
- Herrera-Campos MDLN, Lücking R, Pérez-Pérez RE, Miranda-González R, Sánchez N, Barcenás-Peña A, Carrizosa A, Zambrano A, Ryan BD, Nash TH. 2014. Biodiversidad de líquenes en México. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 85, 82–99. DOI: 10.7550/rmb.37003
- Ivanovich C, Dolnik C, Otte V, Palice Z, Sohrabi M, Printzen C. 2021. A preliminary phylogeny of the *Lecanora saligna*-group, with notes on species delimitation. *The Lichenologist*, 53, 63–79. DOI: 10.1017/S0024282921000074
- Kashiwadani H, Nash TH. 2002. New species of the genus *Ramalina* (Ascomycotina: Ramalinaceae) from the sonoran desert, Mexico. *Mycotaxon*, 83, 385–389.
- Kistenich S, Timdal E, Bendiksby M., Ekman S. 2018. Molecular systematics and character evolution in the lichen family Ramalinaceae (Ascomycota: Lecanorales). *Taxon*, 67(5), 871–904. DOI: 10.12705/675.1
- Knudsen K, Lendemer JC, Schultz M, Kocourková J, Sheard JW, Pignoli A, Wheeler T. 2017. Lichen biodiversity and ecology in the San Bernardino and San Jacinto Mountains in southern California (EUA). *Opuscula Philolichenum*, 16, 15–138.
- LaGreca S, Lumbsch HT, Kukwa M, Wei X, Han JE, Moon KH, Kashiwadani H, Aptroot A, Leavitt SD. 2020. A molecular phylogenetic evaluation of the *Ramalina siliquosa* complex, with notes on species circumscription and relationships within *Ramalina*. *The Lichenologist*, 52(3), 197–211. DOI: 10.1017/S0024282920000110
- Lawrey JD, Diederich P. 2003. Lichenicolous Fungi: Interactions, Evolution, and Biodiversity. *The Bryologist*, 106(1), 80–120. DOI: 10.1639/0007-2745(2003)106[0080:lfieab]2.0.co;2
- Lee BG, Hur JS. 2020. A new lichenized fungus, *Lecanora baekdudaeganensis*, from Corea del sur, with a taxonomic key for Korean *Lecanora* species. *MycoKeys*, 70, 39–58. DOI: 10.3897/mycokeys.70.51569
- León-González D, Pérez-Pérez RE. 2020. Líquenes epífitos en *Juniperus flaccida* Schltdl. (Cupressaceae) - componente importante de los bosques templados de Oaxaca, México. *Acta Biológica Colombiana*, 25(2), 235–245. DOI: 10.15446/abc.v25n2.77238
- Li L, Zhang Y, Printzen C. 2023. Phylogeny, morphology and chemistry reveal two new multisporous species in the *Lecanora subfusca* group (Lecanoraceae, Ascomycota). *MycoKeys*, 99, 25–43. DOI: 10.3897/mycokeys.99.108462
- Lücking R. 1999. Folicolous lichens and their lichenicolous fungi from Ecuador, with a comparison of lowland and montane rain forest. *Willdenowia*, 29(1–2), 299–335. DOI: 10.3372/wi.29.2924
- Magyar, D., Vass, M., Li, D. (2016). Dispersal strategies of microfungi. *Fungal biology* (pp. 315–371). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-29137-6\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29137-6_14)

- Martin KJ, Rygiewicz PT. 2005. Fungal-specific PCR primers developed for analysis of the ITS region of environmental DNA extracts. *BMC Microbiol*, 5, 28. DOI: 10.1186/1471-2180-5-28
- McCune B. 2018. Biodiversity and ecology of lichens of Katmai and Lake Clark National Parks and Preserves, Alaska. *Mycosphere*, 9(4), 859–930. DOI: 10.5943/mycosphere/9/4/10
- Miguel-Vázquez MI, Simijaca D, Pérez-Pérez RE, Ocampo G. 2021. Lichenized fungi of the arid zones of central Mexico: new records for the country and the state of Aguascalientes. *Sydowia*, 74, 15-31. DOI: 10.12905/0380.sydowia74-2021-0015
- Miranda-González R, McCune B, Moldenke AR. 2023. Lichens as material for Lepidoptera's housing: A molecular approach to a widespread and highly selective interaction. *Fungal Ecology*, 61. DOI: 10.1016/j.funeco.2022.101195
- Morillas L, Roales J, Cruz C, Munzi S. 2022. Lichen as Multipartner Symbiotic Relationships. *Encyclopedia*, 2(3), 1421–1431. DOI: 10.3390/encyclopedia2030096
- Moya P, Molins A, Martínez-Alberola F, Muggia L, Barreno E. 2017. Unexpected associated microalgal diversity in the lichen *Ramalina farinacea* is uncovered by pyrosequencing analyses. *PLOS ONE*, 12(4), e0175091. DOI: 10.1371/journal.pone.0175091
- Muggia L, Grube M. 2018. Fungal Diversity in Lichens: From Extremotolerance to Interactions with Algae. *Life*, 8(2), 15. DOI: 10.3390/life8020015
- Nash TH, Ryan BD, Gries C, Bungartz F. 2004. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Vol 2. *Lichen Unlimited*: Tempe, AZ, Arizona State University.
- Nash TH, Hertel H. 1997. *Lecanora comoduensis* (Lecanorales: Lecanoraceae), a New Species of Lichenized Fungi from the Sonoran Desert Region. *The Bryologist*, 100(3), 377–379. DOI: 10.2307/3244508
- Park JS, Han SK, Oh SO. 2023. *Lecanora neobarkmaniana* (Lecanorales, Lecanoraceae), A New Lichen Species from Corea del sur. *Mycobiology*, 51(1), 16–25. DOI: 10.1080/12298093.2023.2168349
- Pérez-Ortega S, Spribille T, Palice Z, Elix JA, Printzen C. 2010. A molecular phylogeny of the *Lecanora varia* group, including a new species from western North America. *Mycological Progress*, 9(4), 523–535. DOI: 10.1007/s11557-010-0660-y
- Pérez-Pérez RE, Silva-Espejo R, Figueroa-Castro DM, Castañeda-Posadas C. 2024. Riqueza y composición de líquenes de los pueblos mágicos de Cuetzalan y Tlatlauquitepec, Puebla, México. *Polibotánica*, 58, 31-47. DOI: 10.18387/polibotanica.58.3
- Ponce de León R. 1909. Ligeros apuntes sobre la flora del Estado de Sinaloa. Talleres Tipográficos de Julio G. Arce “Rosales” 24.
- Poncet R, Lohezic-Le Dévéhat F, Ferron S, Hivert J, Fontaine C, Picot F, Bidault E, Kervran L. 2021. The genus *Ramalina* Ach. (Ascomycota, Lecanoromycetes, Ramalinaceae) from the Scattered Islands (French Southern and Antarctic Lands), with description of three new species. *Plant and Fungal Systematics*, 66 (2), 211-224.
- Puy-Alquiza MJ, Gómez-Peralta M, Reyes-Zamudio V, Gregorio-Cipriano MR, Miranda-Avilés R, Rios-Ureña DN, Cortés-Hernández V. 2018. Diversidad de macrolíquenes saxícolas en México: caso de estudio del distrito minero de Guanajuato. *Acta botánica mexicana*, 123. DOI: 10.21829/abm123.2018.1246
- Räsänen R. 2023. Natural Colorants from Lichens and Mushrooms. In: Stevens C, Bechtold T, Manian A and Pham T (eds). Handbook of Natural Colorants Vol. II, John Wiley & Sons, pp. 317–331. DOI: 10.1002/9781119811749.ch14
- Raja HA, Miller AN, Pearce CJ, Oberlies NH. 2017. Fungal Identification Using Molecular Tools: A Primer for the Natural Products Research Community. *Journal of Natural Products*, 80(3), 756–770. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.6b01085
- Rangsiruji A, Meesim S, Buaruang K, Boonpragob K, Mongkolsuk P, Binchai S, Pringsulaka O, Parnmen S. 2020. Molecular systematics and species distribution of foliose lichens in the gulf of thailand mangroves with emphasis on *Dirinaria picta* species complex. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 42(3). 504-514.
- Sánchez-Girón X, Cerros-Tlatilpa R, Pérez-Pérez RE. 2023. Diversidad de líquenes epífitos en bosques de *Quercus* de Morelos, México. *Revista Bosque*, 44(3), 581-594. DOI: 10.4067/S0717-92002023000300581

- Schoch CL, Seifert KA, Huhndorf S et al. 2012. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(16), 6241–6246. DOI: 10.1073/pnas.1117018109
- Shah AA, Badshah L, Muhammad M, Basit A, Ullah I, Mohamed HI, Khan A. 2024. Secondary metabolites of lichens and their application. *Fungal Secondary Metabolites*, 91–115. DOI: 10.1016/b978-0-323-95241-5.00013-7
- Shukla V, Upreti DK, Bajpai R. 2013. Lichen Diversity in Different Lichenogeographical Regions of India. *Lichens to Biomonitor the Environment*, 61–96. DOI: 10.1007/978-81-322-1503-5\_4
- Sipman HJM, Wolf JHD. 1998. Provisional checklist for the lichens of Chiapas. *Acta Botanica Mexicana*, 45, 1-29.
- Spjut R, Simon A, Guissard M, Magain N, Sérusiaux E. 2020. The fruticose genera in the Ramalinaceae (Ascomycota, Lecanoromycetes): their diversity and evolutionary history. *MycoKeys*, 73, 1–68. DOI: 10.3897/mycokeys.73.47287
- Tekpinar AD, Kalmer A. 2019. Utility of various molecular markers in fungal identification and phylogeny. *Nova Hedwigia*, 109(1–2), 187–224. DOI: 10.1127/nova\_hedwigia/2019/0528
- Thakur M, Shrikhandia SP, Kumar V. 2022. A Lichens-Mediated Mechanism for Environmental Biodeterioration. *Air, Soil and Water Research*, 15, 1-11. DOI: 10.1177/11786221221131004
- Zachariah SA, Varghese SK. 2018. The Lichen Symbiosis: A Review. *International Journal of Scientific Research and Review*, 7(3), 1160-11169.

## ANEXO

**Cuadro 2.** Secuencias de referencia utilizadas para el análisis filogenético en el presente estudio. Las especies, cepas, país y los números de acceso del GenBank para las secuencias ITS están enlistadas. Los datos de las secuencias obtenidas en el presente estudio se resaltan en negritas.

| Especies                    | Aislado                             | País            | Número de acceso en GenBank |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| <i>Dirinaria</i>            |                                     |                 |                             |
| <i>D. aegialita</i>         | RAMK031278                          | Tailandia       | MK028196.1                  |
| <i>D. applanata</i>         | Hur 041637                          | N/A             | EU670217.1                  |
| <i>D. confluens</i>         | Loetberg (UPS L-159685)             | Tanzania        | OQ866146.1                  |
| <i>D. consimilis</i>        | s.n.-5                              | México          | OP104860.1                  |
| <i>D. consimilis</i>        | B135-1                              | México          | OP104847.1                  |
| <i>D. consimilis</i>        | RMG354                              | México          | OP104844.1                  |
| <i>D. consimilis</i>        | RMG346                              | México          | OP104857.1                  |
| <i>D. consimilis</i>        | RMG189                              | México          | OP104858.1                  |
| <i>D. consimilis</i>        | A4-6                                | México          | OP104845.1                  |
| <i>D. consimilis</i>        | B25-3                               | México          | OP104842.1                  |
| <i>D. consimilis</i>        | B78-1                               | México          | OP104840.1                  |
| <b><i>D. consimilis</i></b> | <b>Lich4</b>                        | <b>México</b>   | <b>PP069828</b>             |
| <i>D. leopoldii</i>         | A16-3                               | México          | OP104861.1                  |
| <i>D. leopoldii</i>         | 18-2-3                              | México          | OP104892.1                  |
| <i>D. leopoldii</i>         | A13-2                               | México          | OP104873.1                  |
| <i>D. leopoldii</i>         | RMG178                              | México          | OP104870.1                  |
| <i>D. picta</i>             | RAMK031274                          | Tailandia       | MK028192.1                  |
| <i>Dirinaria sp.</i>        | Thulin <i>et al.</i> (UPS L-056358) | Somalia         | OQ867272.1                  |
| <i>Lecanora</i>             |                                     |                 |                             |
| <i>L. achroa</i>            | Papong 6458 F                       | Tailandia       | JN992700.1                  |
| <i>L. albella</i>           | Malicek 7336                        | República Checa | KY502423.1                  |
| <i>L. alboflavida</i>       | Coppins                             | Reino Unido     | KY502427.1                  |
| <i>L. allophana</i>         | Malicek 9491                        | Finlandia       | KY502416.1                  |
| <i>L. anhuiensis</i>        | L1454                               | China           | OR098679.1                  |
| <i>L. argentata</i>         | Malicek-7                           | República Checa | KT630264.1                  |
| <i>L. argopholis</i>        | LYF14-108                           | Rusia           | MH512978.1                  |
| <i>L. argopholis</i>        | SK C93                              | Ucrania         | MK672829.1                  |
| <i>L. argopholis</i>        | GN0033                              | China           | ON159758.1                  |
| <i>L. austropica</i>        | Papong6407                          | Tailandia       | JQ782706.1                  |
| <i>L. baekdudaeganensis</i> | BDNA-L-0000065                      | Corea           | NR_184912.1                 |
| <i>L. barkmaniana</i>       | Malicek-159                         | Austria         | KT630257.1                  |
| <i>L. bicincta</i>          | eb38                                | Austria         | AY541263.1                  |
| <i>L. caesiourubella</i>    | Lumbsch 19094a                      | Australia       | JN992710.1                  |
| <i>L. calendonicola</i>     | U1251                               | Reino Unido     | OQ945702.1                  |
| <i>L. californica</i>       | HTL19914a F                         | EUA             | JQ782707.1                  |
| <i>L. campestris</i>        | U225                                | Suiza           | DQ787361.1                  |
| <i>L. careilea</i>          | eb70                                | Austria         | AY541250.1                  |
| <i>L. carpinea</i>          | U507                                | Suiza           | DQ787364.1                  |
| <i>L. cenisia</i>           | Malicek 5869                        | Austria         | KY502425.1                  |

**Continua...**

|                                             |                       |                 |             |
|---------------------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------|
| <i>L. chlarotera</i>                        | U3640                 | Países bajos    | OQ945709.1  |
| <i>L. chlorophaeodes</i>                    | U210                  | Austria         | AF159927.1  |
| <i>L. cinereo fusca</i>                     | NY1521                | EUA             | KP224470.1  |
| <i>L. concolor</i>                          | U266                  | Austria         | AF070037.1  |
| <i>L. confusa</i>                           | SPO9                  | Alemania        | GU480120.1  |
| <i>L. dispersoareolata</i>                  | M124                  | Austria         | AF070016.1  |
| <i>L. ecorticata</i>                        | NMW GBR_:C2015.005.77 | Reino Unido     | KT962184.1  |
| <i>L. elatinoides</i>                       | HTL19992d F           | Australia       | JQ782709.1  |
| <i>L. epibryon</i>                          | m120                  | Austria         | AF070038.1  |
| <i>L. excludens</i>                         | Palice 21929          | Noruega         | MK541647.1  |
| <i>L. expallens</i>                         | JM 9599               | República Checa | MG076968.1  |
| <i>L. expansa</i>                           | Vondrak 12339         | Eslovaquia      | KY502452.1  |
| <i>L. farinaria</i>                         | Tonsberg 46170        | Noruega         | KY502433.1  |
| <i>L. flavopallida</i>                      | Lumbsch 20031a        | Australia       | JN987935.1  |
| <i>L. flavoviridis</i>                      | Papong6539 F          | Tailandia       | JQ782675.1  |
| <i>L. formosa</i>                           | ZX 20129045-2         | China           | KT453978.1  |
| <i>L. galabrata</i>                         | U444                  | Suiza           | OQ945712.1  |
| <i>L. gangaleoides</i>                      | HTL19923a F           | EUA             | MG554660.1  |
| <i>L. helva</i>                             | HTL19809h F           | Fiya            | JQ782713.1  |
| <i>L. horiza</i>                            | u332                  | Austria         | AY541252.1  |
| <i>L. hybocarpa</i>                         | N/A                   | EUA             | EF105412.1  |
| <i>L. impudens</i>                          | LIFU088-16            | Suiza           | KX132996.1  |
| <i>L. imshaugii</i>                         | HTL19273b F           | EUA             | KT453904.1  |
| <i>L. intumescens</i>                       | Malicek 8480          | República Checa | KY502441.1  |
| <i>L. Keniana</i>                           | 1179E                 | Kenia           | JQ900618.1  |
| <i>L. kohu</i>                              | UNITEC 7497           | Nueva Zelanda   | MF116001.1  |
| <i>L. layana</i>                            | NY Lendemer 38131     | EUA             | NR_158472.1 |
| <i>L. leproplaca</i>                        | HTL19815r f           | Fiya            | JQ782719.1  |
| <i>L. leprosa</i>                           | Papong 6443 F         | Tailandia       | JQ782720.1  |
| <i>L. leptyroides</i>                       | eb15                  | Austria         | AY541255.1  |
| <i>L. loekoesii</i>                         | L1476                 | China           | OR098694.1  |
| <i>L. lojkaeana</i>                         | jbNoruega             | Austria         | AY541256.1  |
| <i>L. neobarkmaniana</i>                    | KL19-0111             | Corea del sur   | OP099444.1  |
| <i>L. orientoafricana</i>                   | 2205E                 | Kenia           | JQ900619.1  |
| <i>L. orosthea</i>                          | U244                  | Austria         | AF070035.1  |
| <i>L. pacifica</i>                          | HTL19901c F           | EUA             | JQ782722.1  |
| <i>L. paramerae</i>                         | N/A                   | EUA             | EF105413.1  |
| <i>L. phaeocardia</i>                       | Papong3473 F          | Tailandia       | JQ782723.1  |
| <i>L. plumosa</i>                           | Papong6965 F          | Tailandia       | JQ782726.1  |
| <i>L. poliophaea</i>                        | 4822                  | Noruega         | MG926178.1  |
| <i>L. polytropia</i>                        | KRAM:Flakus 29565b    | Bolivia         | OK665617.1  |
| <i>L. praesistens</i>                       | LIFU083-16            | Suiza           | KX132991.1  |
| <i>L. pringlei</i>                          | OSC 134697            | EUA             | KF024739.1  |
| <i>L. pseudogangaleoides subs. verdonii</i> | HTL19103a F           | Australia       | JQ782727.1  |
| <i>L. pseudojaponica</i>                    | L1424P1               | China           | OR098686.1  |
| <i>L. pulicaris</i>                         | Malicek 9484          | Finlandia       | KY548052.1  |



|                                      |                  |               |                 |
|--------------------------------------|------------------|---------------|-----------------|
| <i>L. queenslandica</i>              | HTL19113j F      | Australia     | JQ782728.1      |
| <b><i>Continua...</i></b>            |                  |               |                 |
| <i>L. rugosella</i>                  | N/A              | Austria       | AY398712.1      |
| <i>L. rupicola subsp. Sulphurata</i> | eb71             | Austria       | AY541260.1      |
| <i>L. salicicola</i>                 | U3536            | Suiza         | OQ945718.1      |
| <i>L. saxigena</i>                   | NY1445           | EUA           | KP224466.1      |
| <i>L. somervellii</i>                | YO10109          | Rusia         | MH512979.1      |
| <i>L. soredimarginata</i>            | Lsore1           | Portugal      | GU480121.1      |
| <i>L. stanislai</i>                  | UGDA-L17315      | Polonia       | KY586039.1      |
| <i>L. strobilina</i>                 | LIFU089-16       | Suiza         | KX132997.1      |
| <i>L. strobilinoides</i>             | S3500            | España        | MG973238.1      |
| <i>L. subcarnea</i>                  | u274             | Austria       | AY541267.1      |
| <i>L. subimmergens</i>               | Papong 6431 F    | Tailandia     | JQ782732.1      |
| <i>L. subimmersa</i>                 | HTL19103b F      | Australia     | JQ782733.1      |
| <i>L. substerilis</i>                | Malicek-202      | Eslovaquia    | KT630254.1      |
| <i>L. sulphurea</i>                  | U212             | Austria       | AF070030.1      |
| <i>L. swartzii</i>                   | U178             | Austria       | AF070036.1      |
| <i>L. symmicta</i>                   | Daydov 18083     | Rusia         | ON553209.1      |
| <i>L. thysanophora</i>               | 17188            | Polonia       | MN387222.1      |
| <i>L. toroyensis</i>                 | Papong 7197 F    | Tailandia     | JQ782734.1      |
| <i>L. tropica</i>                    | Papong 6440      | Tailandia     | JN992714.1      |
| <i>L. ussuriensis</i>                | KL22-0036        | Corea del sur | OP099452.1      |
| <i>L. vainioi</i>                    | Papong 6957      | Tailandia     | JN992716.1      |
| <i>L. variolascencs</i>              | Malicek 8422     | Austria       | KY502445.1      |
| <b><i>Lecanora</i> sp.</b>           | <b>Lich5</b>     | <b>México</b> | <b>PP064011</b> |
| <i>Ramalina</i>                      |                  |               |                 |
| <i>R. almquistii</i>                 | S1               | EUA           | MN954826.1      |
| <i>R. americana</i>                  | 1c               | EUA           | AF109238.1      |
| <i>R. asahinae</i>                   | S5               | México        | MN954828.1      |
| <i>R. aspera</i>                     | 06-26100         | China         | JF923601        |
| <i>R. calicaris</i>                  | L.S.WangCH050038 | N/A           | JF937045.1      |
| <i>R. celastri</i>                   | UNITEC 4617      | Nueva Zelanda | KF583544        |
| <i>R. complanata</i>                 | LMCC 2           | Brasil        | FJ356152.1      |
| <i>R. complanata</i>                 | S7               | EUA           | MN954829        |
| <i>R. conduplicans</i>               | 06-26202         | China         | JF923600        |
| <i>R. confirmata</i>                 | 06-26195         | China         | JF923609        |
| <i>R. culbersoniorum</i>             | S3               | EUA           | MN954827.1      |
| <i>R. cuspidata</i>                  | S32              | EUA           | MN954841        |
| <i>R. dasypoga</i>                   | S14              | EUA           | MN954831.1      |
| <i>R. decipiens</i>                  | HBG:17046        | Alemania      | FJ871078        |
| <i>R. europaea</i>                   | GLM-L 34284      | N/A           | KY362397.1      |
| <i>R. exilis</i>                     | TNS:HK:48229     | Japón         | AB362790        |
| <i>R. farinacea</i>                  | S17              | Dinamarca     | MN954833.1      |
| <i>R. farinacea</i>                  | S16              | Canadá        | MN954832.1      |
| <i>R. fastigiata</i>                 | S19              | EUA           | U84582.1        |
| <i>R. fraxinea</i>                   | SN066.34/1       | Austria       | AY462054.1      |

|                                      |                      |               |                 |
|--------------------------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| <i>R. glaucescens</i>                | voucher UNITEC 5429  | Nueva Zelanda | KF594455.1      |
| <b><i>Continua...</i></b>            |                      |               |                 |
| <i>R. inflexa</i>                    | voucher UNITEC 5331  | Nueva Zelanda | KF594457.1      |
| <i>R. intermedia</i>                 | intermedia_NC        | EUA           | MN954836.1      |
| <i>R. intermedia intermedia</i>      | NC                   | EUA           | AF109239.1      |
| <i>R. labiosorediata</i>             | Chris Lewis 341a     | N/A           | KY362421.1      |
| <i>R. labiosorediata</i>             | S28                  | EUA           | MN954837.1      |
| <i>R. laevigata</i>                  | 5046                 | Brasil        | KY171864.1      |
| <i>R. leiodea</i>                    | TNS:YO:5436          | Japón         | AB362791        |
| <i>R. leptocarpha</i>                | S54                  | EUA           | MN954851.1      |
| <i>R. litoralis</i>                  | TNS:HK:48126A        | Japón         | AB362792        |
| <i>R. mannii</i>                     | SE-462               | EUA           | MG926208.1      |
| <i>R. menziesii</i>                  | 1                    | EUA           | AF249909.1      |
| <i>R. montagnei</i>                  | N/A                  | EUA           | AF249911.1      |
| <i>R. ovalis</i>                     | UNITEC 4659          | Nueva Zelanda | KF594458.1      |
| <i>R. pacifica</i>                   | HBG:17065            | N/A           | FJ871095.1      |
| <i>R. paludosa</i>                   | N/A                  | EUA           | AF109240.1      |
| <i>R. panizzei</i>                   | N/A                  | EUA           | U84584.1        |
| <i>R. peruviana</i>                  | H. Kashiwadani 51490 | Japón         | KT698325.1      |
| <i>R. pollinaria</i>                 | TNS:AA:67802         | Japón         | AB362794        |
| <i>R. roesleri</i>                   | S29                  | Canadá        | MN954838.1      |
| <i>R. sayreana</i>                   | S30                  | México        | MN954839.1      |
| <i>R. sekika</i>                     | TNS:HK:48222A        | Japón         | AB376966        |
| <i>R. semicuspidata</i>              | A024                 | Japón         | MN954814.1      |
| <i>R. siliquosa</i>                  | S31                  | Reino Unido   | MN954840.1      |
| <i>R. sinensis</i>                   | S21                  | EUA           | MN954835.1      |
| <i>R. sprengeli</i>                  | 539a                 | Brasil        | KY171868.1      |
| <i>R. stenospora</i>                 | S56                  | EUA           | MN954853.1      |
| <i>R. subbreviscula</i>              | TNS:YO:5926A         | Japón         | AB362798        |
| <i>R. subfarinacea</i>               | LG R338              | España        | GU827307.1      |
| <i>R. subleptocarpha</i>             | S55                  | EUA           | MN954852.1      |
| <i>R. subwebbiana</i>                | LG R68               | Portugal      | GU726333.1      |
| <i>R. terebrata</i>                  | KOPRI L5             | Antártica     | EU161239.1      |
| <i>R. thrausta</i>                   | S42                  | Canadá        | MN954846.1      |
| <i>R. unifolia</i>                   | S59                  | EUA           | MN954863.1      |
| <i>R. usnea</i>                      | S43                  | EUA           | MN954847.1      |
| <i>R. webbii</i>                     | LG R73               | España        | GU726334.1      |
| <i>R. willeyi</i>                    | s44                  | EUA           | MN954783.1      |
| <i>R. yasudae</i>                    | TNS:HK:48122A        | Japón         | AB362799        |
| <b><i>Ramalina</i> sp.</b>           | <b>Lich1</b>         | <b>México</b> | <b>PP064008</b> |
| <b><i>Ramalina</i> sp.</b>           | <b>Lich3</b>         | <b>México</b> | <b>PP064009</b> |
| <b><i>Ramalina</i> sp.</b>           | <b>Lich6</b>         | <b>México</b> | <b>PP064010</b> |
| <i>Calicium abietinum</i> (Outgroup) | MP40                 | N/A           | KX512872.1      |
| <i>Ramboldia stuartii</i> (Outgroup) | Elix 28664 F         | Australia     | EU075549.1      |
| <i>Usnea articulata</i> (Outgroup)   | articulata_01        |               | JN086277.1      |

