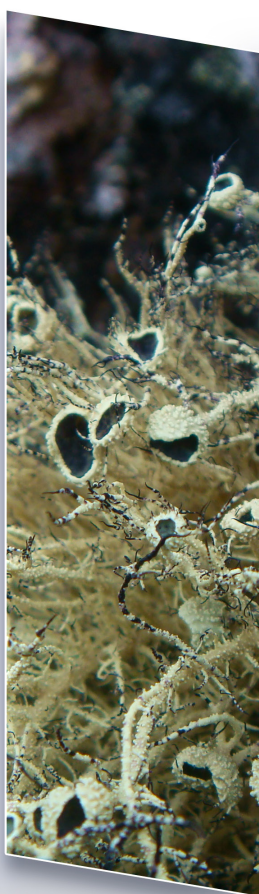
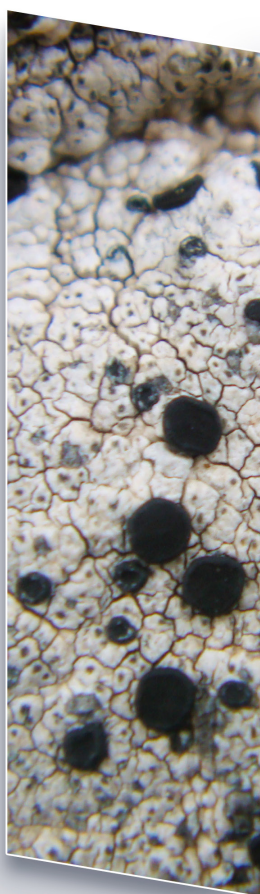




**Tania Oña, Miguel Gualoto, Karen Portilla,
Santiago Cabrera, Elizabeth Velarde**



LÍQUENES

Base Maldonado Península Antártica

2024

CRÉDITOS

Como citar la obra completa:

Oña T., Gualoto M., Portilla K., Cabrera S., Velarde E. (2023). Líquenes Base Maldonado – Isla Greenwich, Antártica. Universidad Técnica del Norte (UTN). Ibarra - Ecuador.

Créditos fotográficos: Autores

Diseño Diagramación y Portada:

Jean Pierre Guerra Valdivieso

Número de páginas: 134

ISBN: 978-9942-845-56-6



Revisores:

MSc. Paola Chávez
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra
pchavez@pucesi.edu.ec

Dr. Carlos Banchón

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
carlos.banchon@espam.edu.ec

Revisor de estilo:

Dr. José Alí Moncada
Universidad Técnica del Norte
jmoncada@utn.edu.ec

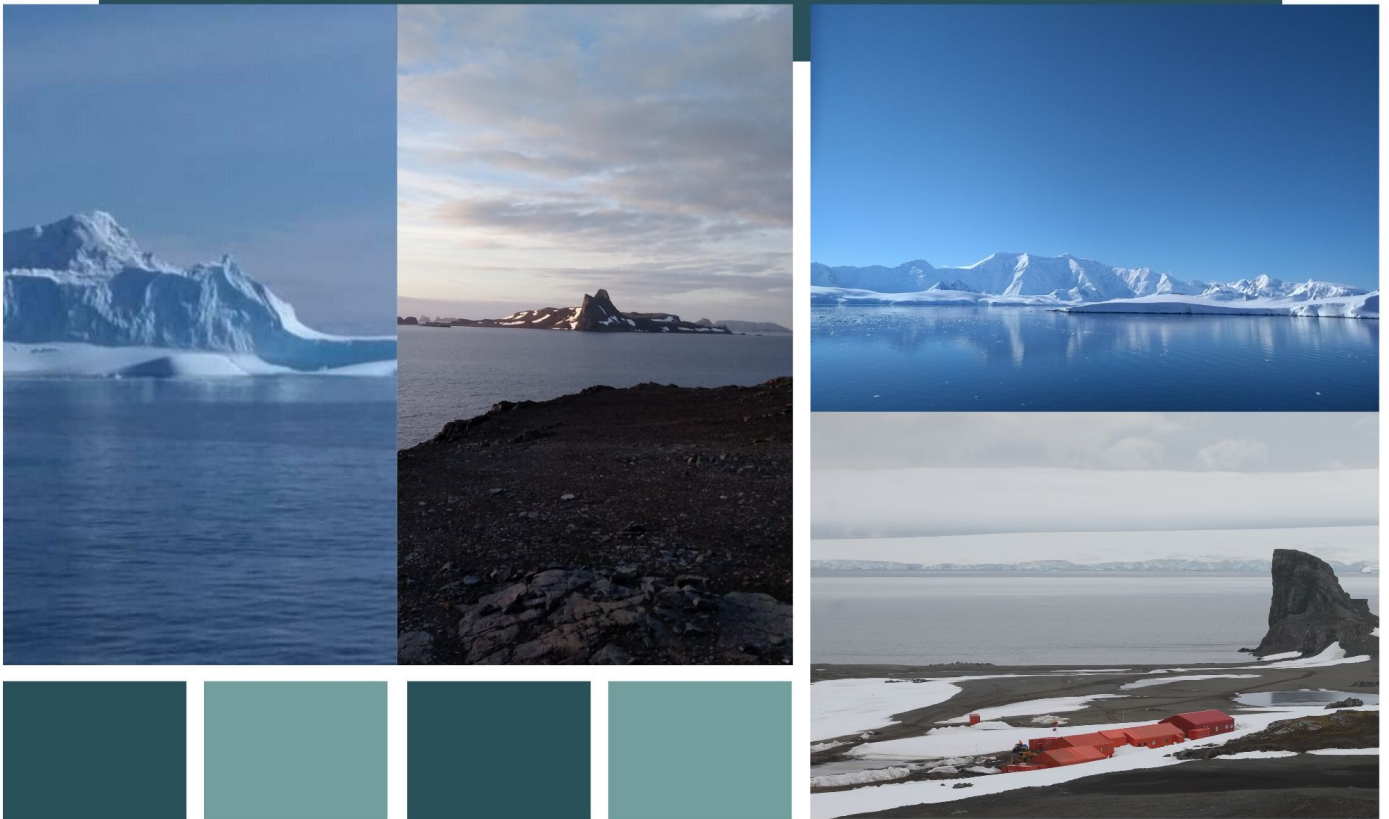
Año: 2024

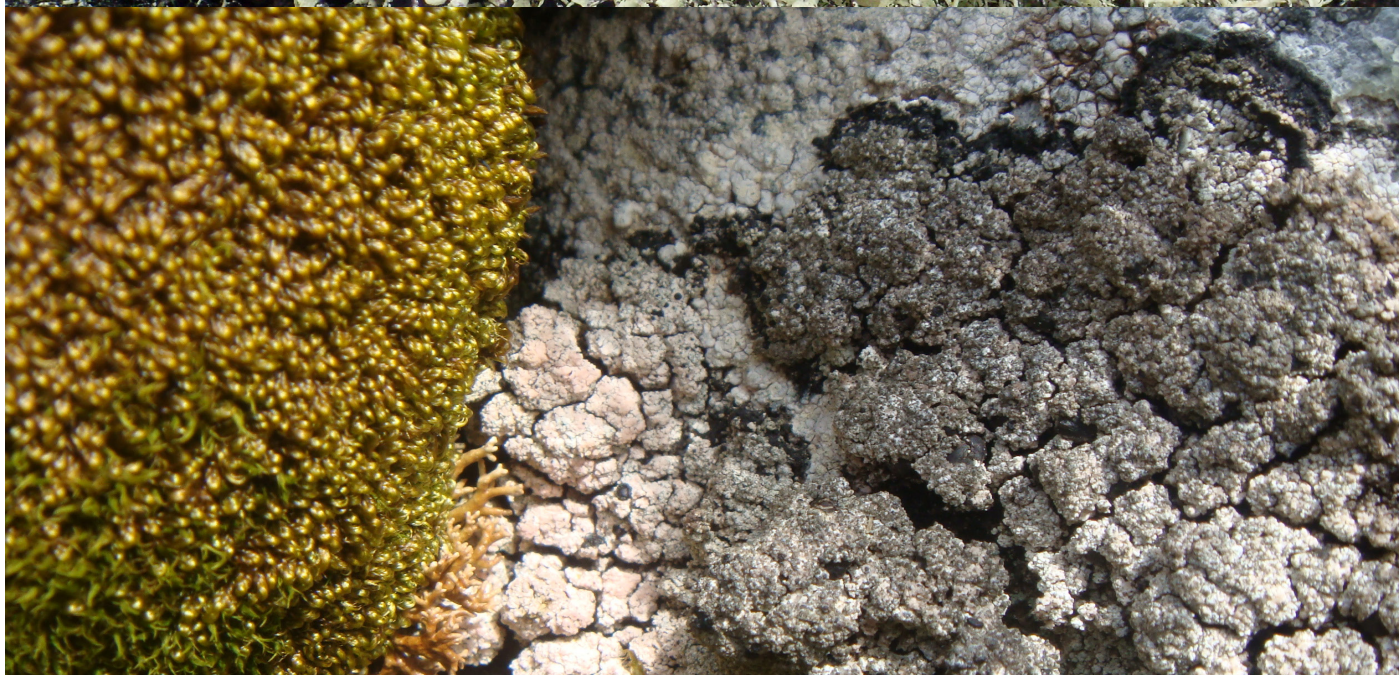
Publicación de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra – Ecuador.

Todos los derechos están reservados. Se prohíbe la reproducción y venta.

LÍQUENES BASE MALDONADO PENÍNSULA ANTÁRTICA

2024







Pared de roca cubierta de líquenes

AGRADECIMIENTO

La culminación de este trabajo fue factible gracias a la Universidad Técnica del Norte y sus autoridades, por su constante apoyo a la investigación, con sus laboratorios, docentes y estudiantes. Un reconocimiento por hacernos partícipes de su visión en el desarrollo de la investigación.

A DIGEIM-FUNDEMAR, por el acompañamiento y apoyo a los investigadores.

Al Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador (INOCAR), por el apoyo logístico y técnico durante el desarrollo de la expedición.



CONTENIDOS



Listado de Autores

Página. 5

Agradecimiento

Página. 7



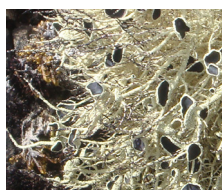
Introducción

Página. 10



**1. Continente
Antártico**

Página. 12



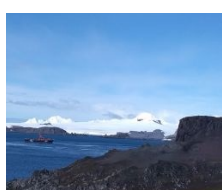
**2. Características de
los líquenes**

Página. 28



**3. Compendio de
especies**

Página. 57



Glosario

Página. 118

Bibliografía

Página. 124



Paisaje de Isla Greenwich con vista a Isla Robert al fondo

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica antártica constituye un patrimonio de la humanidad, no solo por la flora, fauna y lo prístino de sus ecosistemas, sino que además constituye una fuente de riqueza en productos biotecnológicos para la medicina, cosmetología y alimentos, entre otros.

Este trabajo tiene el propósito de brindar una visión de la diversidad liquénica de Isla Greenwich y sus áreas cercanas, como un aporte al conocimiento y a la conservación de este lugar lleno de riqueza y belleza natural, pero que a la vez está amenazado por actividades antrópicas, como el calentamiento global y el interés por los recursos que este continente guarda, factores que atentan contra su supervivencia.

El contenido de este libro se presenta de una manera didáctica, ya que pretende captar la atención de estudiantes, investigadores y, en especial, de la comunidad en general, para quienes la Antártida es un mundo desconocido y no poseen conocimiento en taxonomía. De esta manera, la obra busca ser una herramienta que ayude a la difusión de las especies que existen en este encantador espacio natural.

La presente obra constituye un esfuerzo por caracterizar los líquenes antárticos de la zona de influencia de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado, identificar sus especies más representativas y describir las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollan. Como aporte al conocimiento, el trabajo se sustenta en la investigación que la UTN realiza desde el año 2012 en el continente blanco.





Iceberg visto desde Isla Greenwich

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES



CAPÍTULO 1 - GENERALIDADES

LOS INICIOS DE LA UTN EN LA ANTÁRTIDA

La gran aventura investigativa de la UTN en la Antártida inició en el año 2012 con la participación de dos docentes de la Universidad Técnica del Norte en la XVI expedición ecuatoriana a la Antártida. Desde sus inicios, el Programa Antártico de la UTN se centró en manejo de los recursos naturales (Biorremediación) y Biodiversidad (el estudio de la diversidad liquénica antártica). En la actualidad, se ejecutan investigaciones científicas que abordan temas de micro y macro plásticos, ADN ambiental y estudio de metabolitos secundarios, entre otros.



Figura 1. Paisaje Antártico

Muchos de los lectores se preguntarán: ¿Por qué investigar en la Antártida?, ¿Por qué gastar tanto dinero, si se puede hacer investigación en los glaciares y zonas Alto Andinas? La respuesta para muchos es más que evidente: “Porque es un ecosistema único” (figura 1), con un potencial ilimitado para el descubrimiento y la cooperación internacional. La Antártida es el único sitio del mundo donde todas las naciones cooperan y las diferencias políticas, económicas o tecnológicas no existen, dando lugar a la amistad, cooperación y asistencia mutuas. Un lugar dedicado a la ciencia, paz y conservación (Cardone, 2019).

Para la UTN, no solo es un honor ser parte de la élite universitaria mundial que investiga en la Antártida, sino que también es un reto de carácter científico, tecnológico y económico, que obliga a optimizar sus recursos para mantener su presencia e incrementar su aporte a la investigación, no solo con publicaciones científicas, sino con el desarrollo de tecnologías aplicadas, que puedan ser utilizadas en nuestro territorio, en medicina, ambiente e industria. La participación en las expediciones constituye un verdadero reto institucional, personal y colectivo; que es necesario describirlo, para que se entienda la relevancia de estas investigaciones y su importancia para el prestigio institucional.

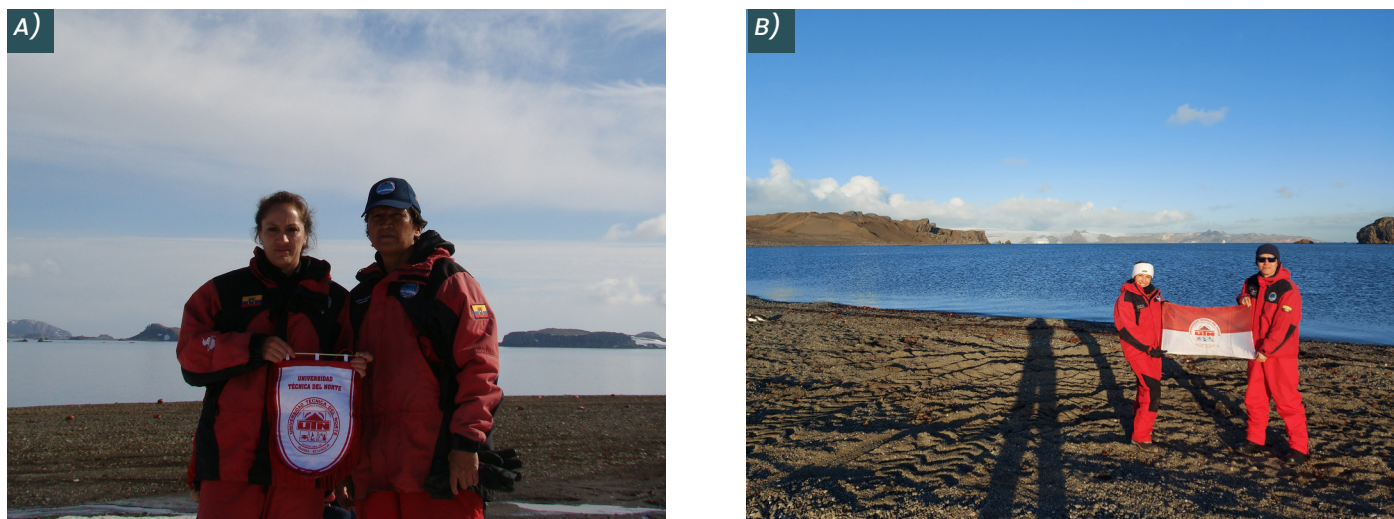


Figura 2. Expedicionarios UTN. a) Año 2012. b) Año 2023

La participación de la UTN (figura 2) en las expediciones inicia en el Laboratorio de Investigaciones Ambientales (LABINAM), con el diseño de la propuesta de la investigación sujeta a aprobación del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador y su equipo analista científico, quienes verifican su pertinencia e importancia para el país, su correspondencia con las líneas de investigación del Programa Antártico Nacional y la observancia de las normas del Protocolo de seguridad ambiental antártico. Para el efecto, son necesarios el involucramiento del rectorado, la Dirección de investigación de la universidad y la facultad que lidera el programa, para la selección de los investigadores que participarán en las expediciones, que son parte del programa de investigaciones antárticas de la Universidad.

Una vez aprobado el tema de investigación, el personal científico debe someterse a pruebas médicas y físicas que demuestren sus buenas condiciones para ser parte de una expedición. Los talleres pre-antárticos organizados por el INOCAR permiten informar a los expedicionarios de las condiciones de la nueva expedición, las normas, procedimientos, medidas de seguridad, los itinerarios, las recomendaciones prácticas por parte de quienes ya han sido parte de expediciones anteriores, cuya experiencia es relevante para los nuevos expedicionarios, además de explicar la relevancia geopolítica de la presencia de Ecuador en la Antártida.

¹El Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, también conocido como Protocolo de Madrid, es un instrumento jurídico complementario al Tratado Antártico suscrito en la capital española el 4 de octubre de 1991 y que entró en vigor el 14 de enero de 1998.



Figura 3. La delegación ecuatoriana junto al Buque Aquiles antes de embarcar (año 2012)

El viaje de Ecuador hasta Punta Arenas, ciudad chilena de la cual nuestra delegación parte a la Antártida, se halla en la Zona Austral de Chile. Es la capital de la Provincia de Magallanes, fundada por militares chilenos el 18 de diciembre de 1848 como colonia penal. La ciudad se proyecta como puerta de entrada mundial al continente Antártico, ya que más de 15 países ocupan la ciudad como puerto base y, al menos, 25 países solicitan sus servicios antárticos (Estrada-Goic et al., 2023).

A la llegada, el equipo se instala en cada hotel, donde inicia la aclimatación al próximo viaje, mientras tanto personal de la Armada del Ecuador organiza, con el operador logístico de Chile, el transporte del personal científico de apoyo, de alimentos, equipos, materiales de construcción y combustibles necesarios para el funcionamiento seguro de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado.

El transporte de los miembros de la delegación ecuatoriana hasta la Antártida dependerá de la disponibilidad de los buques de los países hermanos que brindan este servicio en Antártica, como es el Buque Aquiles (Figura 3). En este se transportan delegaciones científicas de otros países cuyas bases también son asistidas por el sistema logístico chileno. Para quienes nunca han viajado en barco, Aquiles representa todo un reto y una aventura extraordinaria, hecho que la mayoría entiende una vez que el buque ingresa al Paso Drake.

²<https://www.subdere.gov.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-magallanes-y-ant%C3%A1rtica-chilena/provincia-de--2>

LA ODISEA DEL PASO DRAKE

El Pasaje de Drake es una zona de transición climática que separa las condiciones subpolares frías y húmedas de Tierra del Fuego de las regiones polares heladas de la Antártida. Es el camino más corto a la Antártida, pero también el más peligroso (tanto por mar como por aire) por sus condiciones climáticas extremas.

El Pasaje de Drake tiene una profundidad promedio de 3.400 metros y una máxima de 4.800- 5000 m. (Vincze, et al., 2021). La denominación Mar de o Pasaje de Drake se debe al corsario inglés Francis Drake, quien lo navegó en el año 1578. Esta vía marítima tiene 1.000 kilómetros de ancho y conecta los océanos Atlántico y Pacífico entre el Cabo de Hornos (el punto más austral de América del Sur) y las Islas Shetland del Sur, situadas a unos 160 km al norte de la península Antártica (Heggie y Küpper, 2022).

El paso Drake es muy peligroso, porque se forman grandes olas de hasta 7-8 metros, incluso olas de hasta 9-12 m de altura, donde la proa de un barco como el Aquiles de 7 metros se sumerge en forma continua. Adicionalmente el bamboleo del barco es de proa a popa, babor a estribor, generando una inclinación lateral del buque de hasta 35°. Es sorprendente ver como la chaqueta térmica, colgada en la puerta del camarote se separaba de la pared, formando un ángulo pronunciado, mientras que la sensación de mareo se hace más profunda.



Figura 4. Mapa del Pasaje de Drake donde los puntos de la A a la F representan los límites según el Tratado de Paz y Amistad entre Argentina y Chile de 1984 (Giovanni Fattori, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons)

En el paso Drake, los vientos alcanzan velocidades de 110 a 130 km/h. Esto conforma una convergencia masiva de olas, viento y corrientes, que forman ciclones en el Pacífico cálido antes de ser arrastrados hacia el Pasaje de Drake. Todas las condiciones se unen para garantizar una gran experiencia en el viaje a la Antártida. En general, en dependencia

³https://www.inach.cl/inach/?page_id=14101

⁴Ver mapa de delimitación del mar territorial entre Chile y Argentina

⁵<https://www.muyinteresante.es/naturaleza/25253.html>

de la velocidad de desplazamiento del buque logístico, el viaje dura aproximadamente 48 horas desde Ushuaia (Argentina) o desde Punta Arenas (Chile). La temperatura del agua es de apenas 2°C, de ahí que, si una persona cayera por la borda no sobreviviría más de cinco minutos, si no es rescatada a tiempo.

En la Antártida, las zonas horarias no tienen sentido porque cada estación opera con la hora de su país de origen. Viajar a la Antártida es un reto al que muy pocos tienen acceso, no solo por sus elevados costos (Lüdecke, 2021), sino porque las condiciones ambientales son extremas y, en medio de estas, se busca nuevos conocimientos y se prueban nuevas tecnologías. La crudeza de su clima pone a prueba nuestras capacidades y nos permite saber ¿quiénes somos y cuánto valemos?

Es también, conocido también como el Mar de Hoces, todos hemos sufrido de los constantes y bruscos movimientos del buque al cruzarlo, provocan un cambio del color habitual de nuestra piel por el amarillo pálido, nuestra capacidad de pensar se reduce y caminar nos cuesta trabajo, por lo que es necesario hacerlo con las manos extendidas para apoyarnos en las paredes de los corredores del buque, mientras avanzamos. La cinetosis culmina con los vómitos que arrecian a medida que transcurre el tiempo (Heggie y Küpper, 2022).

Muchos recurren al sueño como mecanismo para superar ese estado en el que la agitación del buque nos sume. Sin embargo, dormir tampoco es sencillo. Se debe percatar que la barandilla del lateral de la cama está alzada, para no caer durante un fuerte movimiento o, como sucede en algunos barcos rusos, se debe atar a la altura del pecho y los pies para no salir disparado de la cama. Las puertas de los armarios mal cerradas golpean constantemente al ritmo de los movimientos del mar.



Figura 5. a) Iceberg en las inmediaciones de Maldonado. Año 2012 b) Buque Aquiles Armada Chilena

Llegamos a la Isla Rey Jorge, que es la puerta de entrada a la Antártida, y bajamos a conocer las estaciones emplazadas en la Bahía de Fildes: la Estación rusa Bellingshausen y la Base aérea chilena Eduardo Frei. En se espera hasta que el buque descargue los aprovisionamientos a la base chilena y el tiempo se aprovecha en visitar la iglesia ortodoxa rusa ubicada en un cerro vecino a la estación Bellingshausen (figura 6).



Figura 6. Vista de isla rey Jorge. a) aeropuerto, b) estaciones de los países de Rusia y Chile

Cae la nieve y la temperatura ambiental es de apenas 1°C. Vemos nuestro aliento en forma de una columna de vapor y la abundante nieve que cubre la superficie del suelo. El brillo de la nieve es intenso y enceguedor. El sentimiento de hallarnos en un sitio extraordinario es profundo, respiramos a todo pulmón y, como niños, nos lanzamos bolas de nieve, rodamos sobre ella y nos acostamos a mirar el cielo, tan blanco como la nieve (figura 7).



Figura 7. Iglesia ortodoxa rusa en base antártica Bellingshausen
a) Vista exterior iglesia b) En el interior de la iglesia

La sensación es indescriptible. Después de 48 horas de agitación y el mareo, sentimos la frescura del aire, el contraste de los edificios de las estaciones científicas circundantes, el color intenso de los trajes de los expedicionarios que nos acompañan y el ondear de las banderas de las delegaciones científicas presentes en Bellingshausen. En ella ocurre nuestro primer encuentro con los pingüinos quienes, como dueños de estas tierras, se sienten libres y no nos prestan la menor atención. Están ocupados en la limpieza de su plumaje, de solearse en el sol antártico que no calienta nada y en zambullirse en el agua congelada, que causa punzadas dolorosas en nuestros dedos cuando sumergimos nuestras manos en ella.

CONDICIONES TÍPICAS DE LA ANTÁRTIDA

La inclinación de los rayos que llegan a la Antártida produce una luz oblicua que no calienta. Adicionalmente, la gran cantidad de hielo que cubre el suelo tiene un efecto conocido como albedo, es decir, la reflexión del 75 al 80% de la luz procedente del sol. Por esta razón, la Antártida no retiene el calor (Khare, 2022). En este medio extremo, sólo animales y plantas únicas pueden soportar el frío y las largas estaciones de luz perpetua y otras de noche oscura.

En las estaciones científicas de la península antártica, la media de temperatura anual es de -22°C , en tanto que en las estaciones del continente es de -33°C en el invierno austral. Debido a esto, la mayoría de las estaciones científicas se hallan cerca de las costas.

Los vientos alcanzan los 327 km/h , y se desplazan desde el interior hacia el exterior de la Antártida. Son los denominados vientos catabáticos, que son corrientes permanentes que contrarrestan el exceso de calor que se origina en los trópicos y el Ecuador, garantizando el balance térmico del planeta (Qizhen et al., 2021). Por otra parte, el agua fría captura parte del dióxido de carbono (CO_2) producido en el planeta (ya sea de origen antropogénico o "natural").

La vegetación característica de las Isla del Archipiélago de las Shetlands del Sur y de la península antártica se limita a 350 especies representada por pastos (*Deschampsia antártica*), Clavel antártico (*Colobanthus quitensis*), Repollo Kerguelen (*Pringlea antiscorbutica*) y Cojín Lyallia (*Lyallia kerguelensis*), musgos y líquenes (figura 8). La vegetación está ausente en todo el continente (Putzke y Pereira, 2020).



Figura 8. Vegetación antártica. Pasto antártico (*Deschampsia antártica*)

Su mayor riqueza de biodiversidad se halla en sus aguas. Debajo de la superficie del agua la hostilidad de la “tierra” contrasta con una de las zonas más ricas y diversas del planeta. En ella abunda la base de la cadena alimenticia de la Antártida: el krill, que alimenta a peces, focas, pingüinos, aves migratorias y ballenas. Su reproducción explosiva ocurre en los meses de noviembre hasta finales de marzo, en los que la luz incidente es suficiente para alimentar a la base de producción primaria (Momo et al., 2020).

La Antártida es laboratorio natural de dimensiones colosales, ideal para investigaciones científicas en los campos de la meteorología, astronomía, glaciología, geología, biología, oceanografía y biología molecular, entre otros (Kanao et al., 2019).

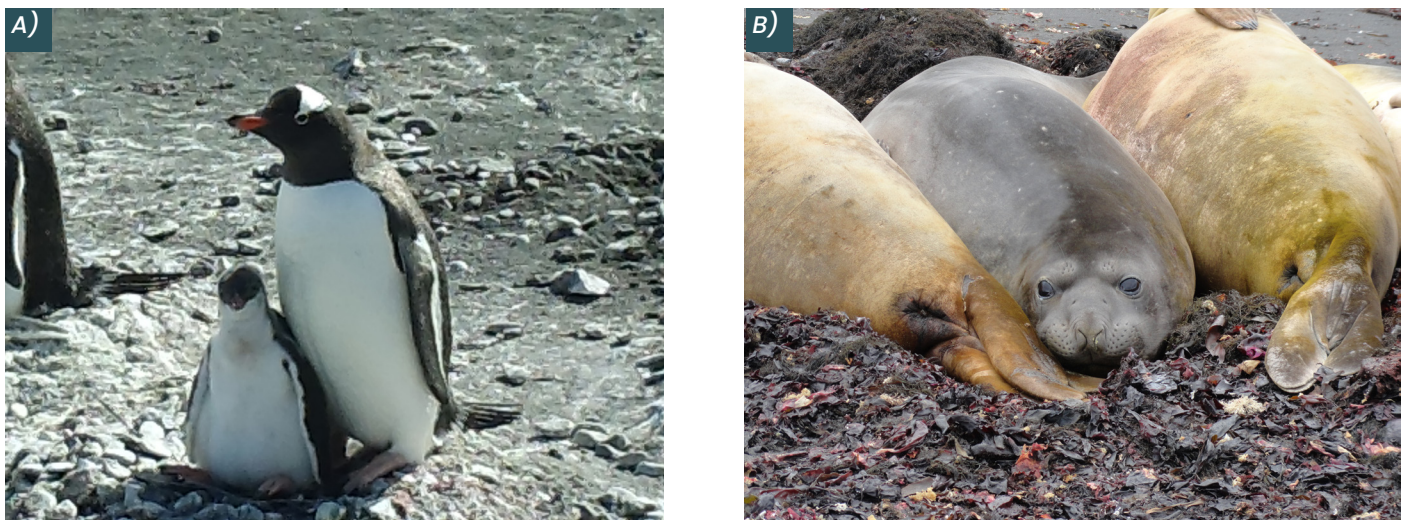


Figura 9. Fauna antártica. a) pingüino de papúa, b) elefantes marinos

Durante las tempestades de nieve, la ventisca mantiene en suspensión a los copos, formando una capa blanca que restringe la visión a menos de 5 m., y cuya persistencia se prolonga por varias semanas, haciendo imposibles el tráfico aéreo, las operaciones logísticas y las actividades investigativas. Esto es más evidente durante el invierno antártico, cuando la temperatura desciende bajo los 50°C.

El aislamiento de la Antártida se ha prolongado durante millones de años. De hecho, la fauna antártica que ha permanecido asilada presenta un alto endemismo dentro algunos grupos como los peces, las variedades de krill, y de pingüinos como el emperador (*Aptenodytes forster*), el más conocido. Según Baird et al., (2021), “El Frente Polar Antártico siempre ha sido visto como una barrera física importante para el flujo de organismos de norte a sur y viceversa” (figura 9).

LA BASE CIENTÍFICA ECUATORIANA PEDRO VICENTE MALDONADO

La Estación Científica “Pedro Vicente Maldonado” (figura 10) fue fundada en marzo de 1990 y opera durante el verano austral, período en el que el Ecuador ejecuta sus expediciones y campañas logísticas y científicas. La Estación está ubicada en la Punta Fort William de la Isla Greenwich, y ocupa cerca de 100 hectáreas de tierra descubierta del hielo (Ecuatoriano, 1990; Horn y Arrellano, 1990).



Figura 10. Vista panorámica de la estación científica Pedro Vicente Maldonado

En la actualidad, la estación puede garantizar el trabajo para 35 personas, personal científico y personal logístico de la Armada Nacional, quienes son responsables del funcionamiento de la estación, el transporte del personal, materiales y equipos, la seguridad de los investigadores, además de la actualización de cartas náuticas, climáticas y control ambiental.

La estación dispone de un área de vivienda (habitabilidad), área de abastecimiento de energía, laboratorio, incinerador de residuos sólidos, planta de tratamiento de aguas residuales, bodegas para equipamiento, para materiales e insumos de construcción y víveres.

De igual forma, posee equipos de comunicación, transporte marítimo y terrestre, disponibles para apoyo del personal investigativo en sus trabajos de campo. El total del área ocupada por la Estación es de 1200m.

Gracias a las gestiones realizadas por FUNDEMAR, se financió la construcción del laboratorio y posteriormente la posibilidad de adquirir equipo científico para brindar las facilidades a los investigadores y mejorar la calidad de las investigaciones en la Antártida.

Nuestra Institución, desde la XVI expedición, planificó el estudio de la diversidad liquénica existente en el área de influencia de la Estación Maldonado y, posteriormente, investigar su dinámica poblacional como respuesta a los cambios globales y la contaminación atmosférica que transporta sus contaminantes hasta la Antártida y los generados por la presencia de la estación.

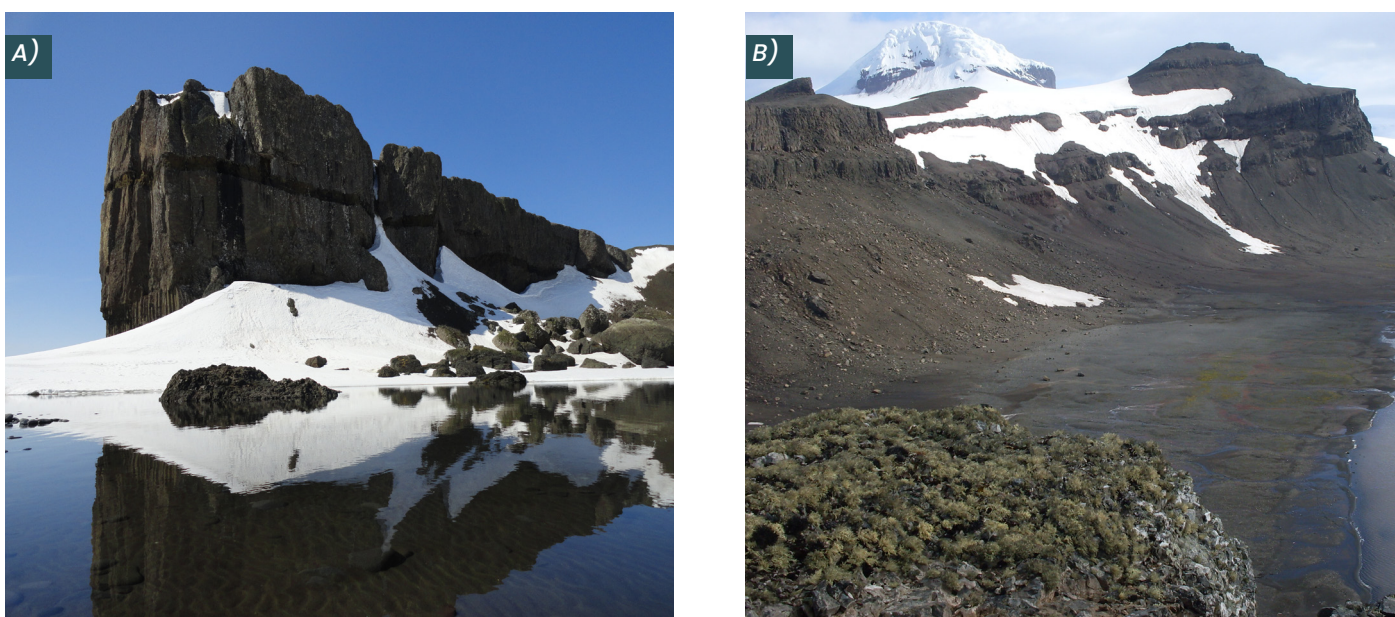


Figura 11. Punta Ambato un sitio ideal para el estudio y monitoreo de los líquenes de Maldonado. a) vista desde la playa b) Cobertura liquénica en la cima

Con la asistencia y acompañamiento logístico del personal de la Armada Nacional, nuestro equipo realizó visitas indagatorias para seleccionar los mejores sitios para el estudio de la diversidad liquénica, sitios que no sólo dispongan de una rica variedad, sino que además brinden condiciones seguras y facilidades de acceso.

Las primeras muestras se tomaron en Punta Ambato, Cementerio de Ballenas, tras la estación Maldonado (sitio en el que se estableció un punto de monitoreo de líquenes). Posteriormente la toma de muestras se extendió a la Isla Dee, Isla Barrientos e incluso a la Isla Robert (figura 11).

LA INVESTIGACIÓN DE LOS LÍQUENES DE LAS INMEDIACIONES DE LA BASE MALDONADO

La investigación de la diversidad liquénica, desde su concepción, enfrentó una serie de limitaciones asociadas a varios aspectos, tales como:

- La selección de método de muestreo que ofrezcan condiciones de seguridad adecuadas.
- La disponibilidad de medios físicos de transporte, que permitan al personal científico llegar a los sitios elegidos.
- Las condiciones climáticas imperantes, en consecuencia, la organización de salidas en conformidad con los pronósticos climáticos.
- La disponibilidad de equipamiento de muestreo
- El desarrollo de una metodología técnica de muestreo, que no sólo permita la toma de muestras, sino que también generen la menor perturbación al entorno.

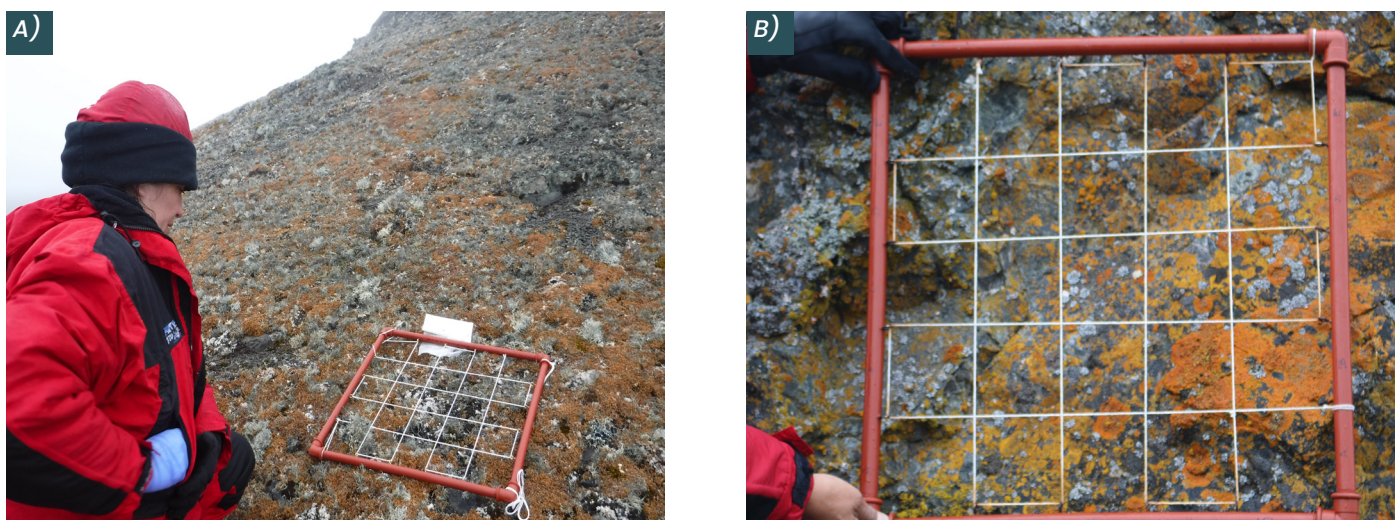


Figura 12. Muestreo de líquenes a) sustrato muscicola b) sustrato rocoso

Parecería que es sencillo ir a tomar las muestras, pero en la realidad desplazarse al sitio elegido es un reto y el personal está sometido a riesgos asociados con la incertidumbre climática. Muchos sitios de muestreo están ubicados en acantilados de difícil acceso, cercanos a colonias de pingüinos, petreles, escúas o zonas de descanso de animales marinos como lobos marinos (*Arctocephalus gazella*), elefante Marino Austral (*Mirounga leonina*) y focas de Weddell (*Leptonychotes weddellii*).

El muestreo de líquenes en Isla Dee y en Isla Barrientos presentan dificultades operativas, debido a la distancia que las separa. Es necesario coordinar el uso de la zodiac para, en

forma paralela, transportar a los distintos investigadores a sus muestreos de campo, ubicados en sitios generalmente distantes a los elegidos por nuestro equipo (figuras 12 y 13). Por otra parte, la Isla Barrientos es objeto de estudios por parte de investigadores ecuatorianos, que evalúan los efectos de las actividades turísticas sobre la diversidad de esta isla, en especial en la población de pingüinos (Cajiao et al., 2020; Cajiao et al., 2022).



Figura 13. Sitios de muestreo de líquenes. a) Colonia de pingüinos en Isla Barrientos, b) Sitio de muestreo en el cerro Puyango

En virtud de las condiciones climáticas imperantes, es indispensable ajustar los tiempos de muestreo para culminar a tiempo y, con frecuencia, hacer otros muestreos en apoyo a los trabajos de otros investigadores que forman parte de la expedición.

Durante el muestreo es importante no afectar a las especies que no son objeto de muestreo. Esto es evidente en sitios como en la figura 13 b. Esta tarea se dificulta porque se debe hacer sin guantes que nos protejan del frío, tomándose el tiempo necesario para que la muestra sea completa y el impacto en el sitio sea mínimo. Por otro lado, la presencia de cobertura de nieve obliga al empleo de gafas UV, que protejan de la radiación ionizante reflejada por la superficie del hielo y nieve. En la Isla Dee, el ascenso a la meseta de la isla, donde se ubica un sitio de muestreo, atraviesa un sitio altamente hidratado por los deshielos de verano, que genera una zona pantanosa en la que con frecuencia caen los investigadores con pérdidas de equipos, herramientas, calzado y muestras de materiales recolectados en otros sitios de interés (figura 14).

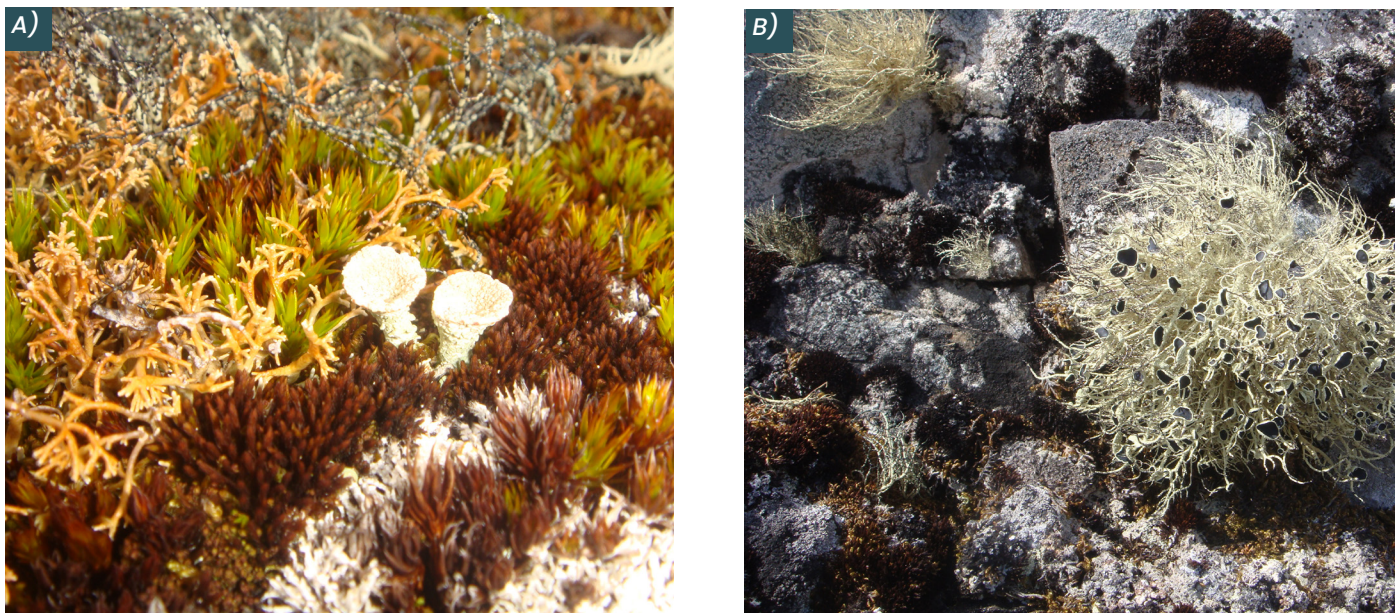


Figura 14. *Diversidad de especies liquénicas, que dificultan el muestreo de líquenes*

En términos de seguridad, es importante que los investigadores, antes de salir a sus muestreos de campo, registren su salida en la pizarra ubicada en la zona de habitabilidad. Están totalmente prohibidas las salidas de campo en forma individual. Todas las actividades se deben ejecutar en pareja, mejor aún si se hace en equipo con otros investigadores que puedan asistir al personal en caso de accidentes o contratiempos, lo que ocurre con frecuencia en la Antártida (figura 15).

El desgaste físico en la Antártida es grande. La respuesta de nuestro organismo al frío es la quema de calorías necesarias para mantener el calor corporal, por esta razón, cada persona participante de las salidas de campo debe llevar consigo agua, barras energéticas u otro producto rico en calorías, como las barras de chocolate. Adicionalmente, cada equipo debe llevar radio, un mapa de ruta y/o un GPS.

Otra dificultad durante el muestreo es la ubicación de los puntos de muestreo, por las condiciones climáticas que entorpecen o bloquean las señales de los satélites disponibles en la zona de estudio. La georreferenciación es fundamental para trabajos de monitoreo de la dinámica poblacional de la diversidad liquénica durante varias expediciones consecutivas.

La evaluación de la dinámica poblacional de líquenes en la Antártida es una tarea que requiere un período de monitoreo de 10-15 años, debido al lento crecimiento liquénico y a las imperceptibles respuestas a los cambios ambientales (cambios anatómicos, fisiológicos y poblacionales), que pueden ser identificados en los líquenes (Scheidegger y Goward, 2002).

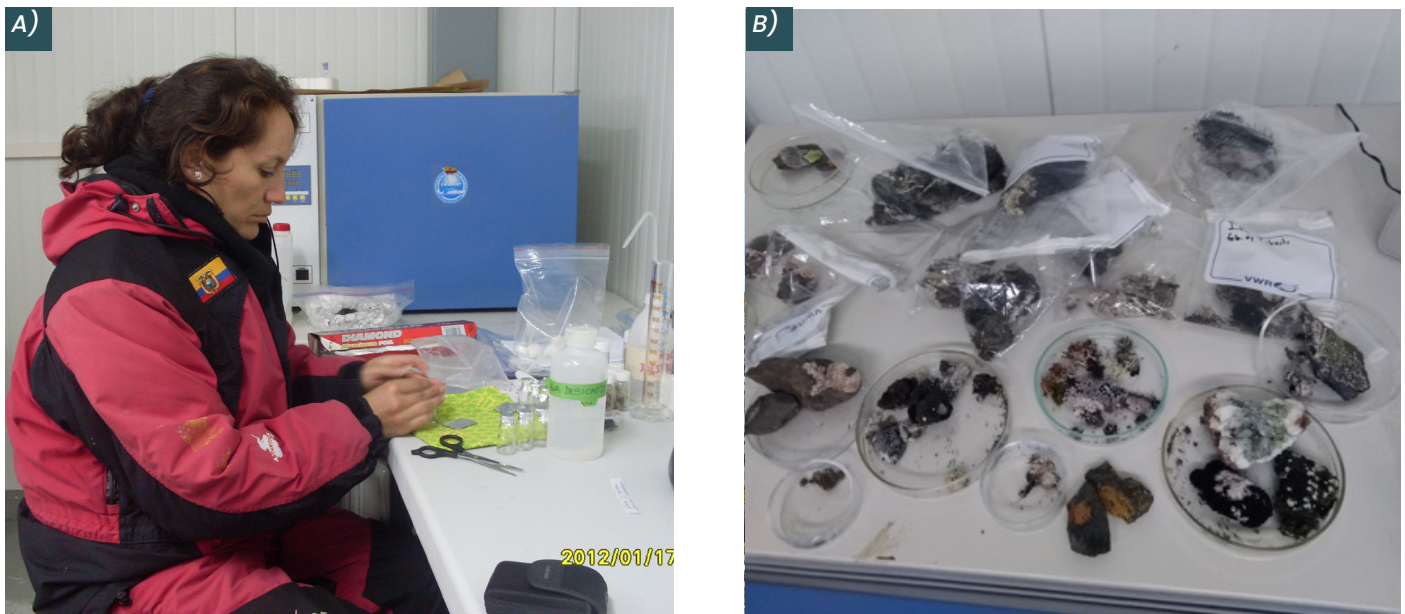


Figura 15. Trabajo laboratorio. a) Procesando las muestras de campo, b) registro de muestras

Especial atención se debe prestar al procesamiento de las muestras y a su transporte hasta el Ecuador, considerando su embalaje, identificación y preservación, además de los permisos de muestreos que se deben gestionar en el instituto Antártico Chileno en Punta Arenas.

El presente libro es el resultado del trabajo de cuatro expediciones, en las que nuestros investigadores han aprovechado, al máximo, el tiempo reducido de permanencia y los cortos espacios de condiciones climáticas adecuadas para los muestreos.

En la actualidad, se han incorporado jóvenes investigadores, con nuevas visiones, capacidades y formación profesional que fortalecen el Programa Antártico de la UTN y las labores investigativas de LABINAM. Gracias a su aporte, finalmente se ha concluido con este inventario de líquenes de la Estación Maldonado y zonas de influencia, inventario que se irá ampliando a medida que se amplíen las investigaciones y la búsqueda.

Sin lugar a duda, la aventura antártica de la UTN apenas ha iniciado. Estamos seguros de que la Dirección de investigación, Rectorado y las facultades afines a la temática de investigación, apoyarán e implementarán en sus mallas de estudio asignaturas que fortalezcan la investigación en el continente blanco.

CAPÍTULO 2

LÍQUENES GENERALIDADES



LOS LÍQUENES

Los líquenes, según su taxonomía, pertenecen al reino Fungi, pero constituyen una asociación simbiótica entre un alga y un hongo, por lo que por muchos años se los consideró dentro del grupo de las plantas. Esta asociación se conocía desde años atrás, pero estudios recientes incluyen en esta asociación a las levaduras (Spribille et al., 2016).

En el mundo existen alrededor de 15,000 a 20,000 especies de líquenes, lo que representa aproximadamente el 8% de la vegetación dominante en la superficie terrestre (Sipman, Aguirre y Rangel, 2000). Estas especies tienen una amplia distribución, desde los polos hasta el ecuador, y son capaces de desarrollarse en todo tipo de sustratos, ya sean inertes u orgánicos. Se encuentran especialmente en medios extremos como desiertos fríos y cálidos, así como en altas montañas. Los líquenes son más diversos en los trópicos que en las selvas.



Figura 16. Comunidad de líquenes en una roca, Isla Greenwich

Las comunidades liquénicas ocupan el 8% de la superficie terrestre. Del total de especies existentes, 3.600 se encuentran en Norteamérica (Kett et al., 2005). En Suramérica, las 4.900 especies de líquenes tropicales de Brasil representan del 18% al 37% de las especies a nivel mundial (Herrera et al., 2014). Para el continente antártico especialmente para la Antártida marítima, costa occidental de la Península Antártica e islas adyacentes, se menciona que las especies de líquenes superan las 350 (Sancho y Pintado, 2011). Sin embargo, son bastante estenoicos, es decir, con capacidad de soportar condiciones

ambientales extremas. Se encuentran en ecosistemas secos, húmedos, tanto al nivel del mar como a altas latitudes y, por lo tanto, excelentes bioindicadores de las condiciones ambientales de su hábitat, y se han convertido en elementos claves para determinar perturbaciones en los ecosistemas, debido a los cambios ambientales antrópicos y a los efectos del cambio climático (Barreno y Pérez, 2003).

Las formas de crecimiento de líquenes no son sencillas de replicar en el laboratorio, es decir, el cultivo del alga y, principalmente, del hongo. Spribille y colaboradores (2016) han descubierto que los líquenes barba de América del Norte están formados por tres socios simbióticos: un hongo ascomiceto, un alga fotosintética e, inesperadamente, una levadura basidiomiceta. Las células de levadura forman la corteza característica del talo. Las levaduras son socios ubicuos y esenciales para la mayoría de los líquenes y no son el resultado de que los líquenes sean colonizados o parasitados por otros organismos (Spribille et al., 2016; Delgado, Salcedo-Martínez, Alvarado-Vázquez, y Limón, 2018).

Líquenes epífitos

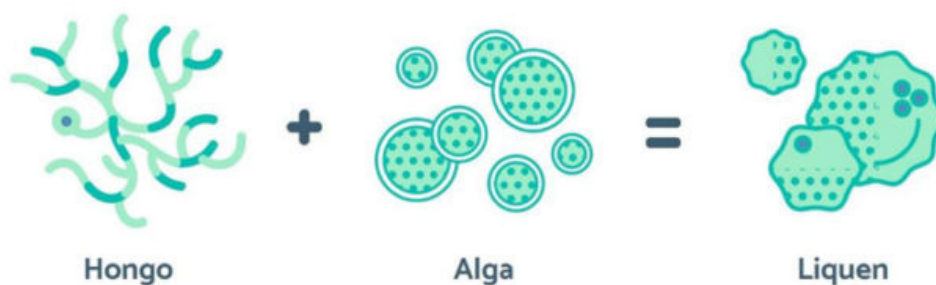


Figura 17. Componentes del líquen (proceso de liqenización).

Fuente: <https://liquency.org/wp-content/uploads/2018/08/Imatge-1-768x235.jpg>

El hongo (micobionte) es heterótrofo por lo que necesita tomar compuestos orgánicos elaborados para poder nutrirse (Figura 17). El micobionte contiene la parte fúngica del líquen, siendo comúnmente, hongos Ascomicetos. El 98% de los líquenes contiene hongos de este grupo, pero también se pueden encontrar Basidiomicetes o Deuteromicetes, aunque estos sólo se presentan en el 2% de las especies (Chaparro y Aguirre, 2002; Barreno y Pérez, 2003). Las principales funciones del micobionte son:

- Proteger al alga contra la desecación y el calor, esto lo realiza por la producción de pigmentos en los tejidos corticales
- Proporciona al fotobionte gas carbónico de su respiración, retiene agua y minerales del sustrato.

- Compite por espacio en el mismo y otorga la forma al líquen en la mayoría de los casos.

Sin embargo, la forma del talo liquénico no es la misma cuando el hongo crece en cultivo aislado en laboratorio (Chaparro, 2002). A partir de la interacción de estos, se da la formación de los talos liquénicos, los cuales presentan características específicas de acuerdo con cada familia o especie (Barreno y Pérez, 2003).

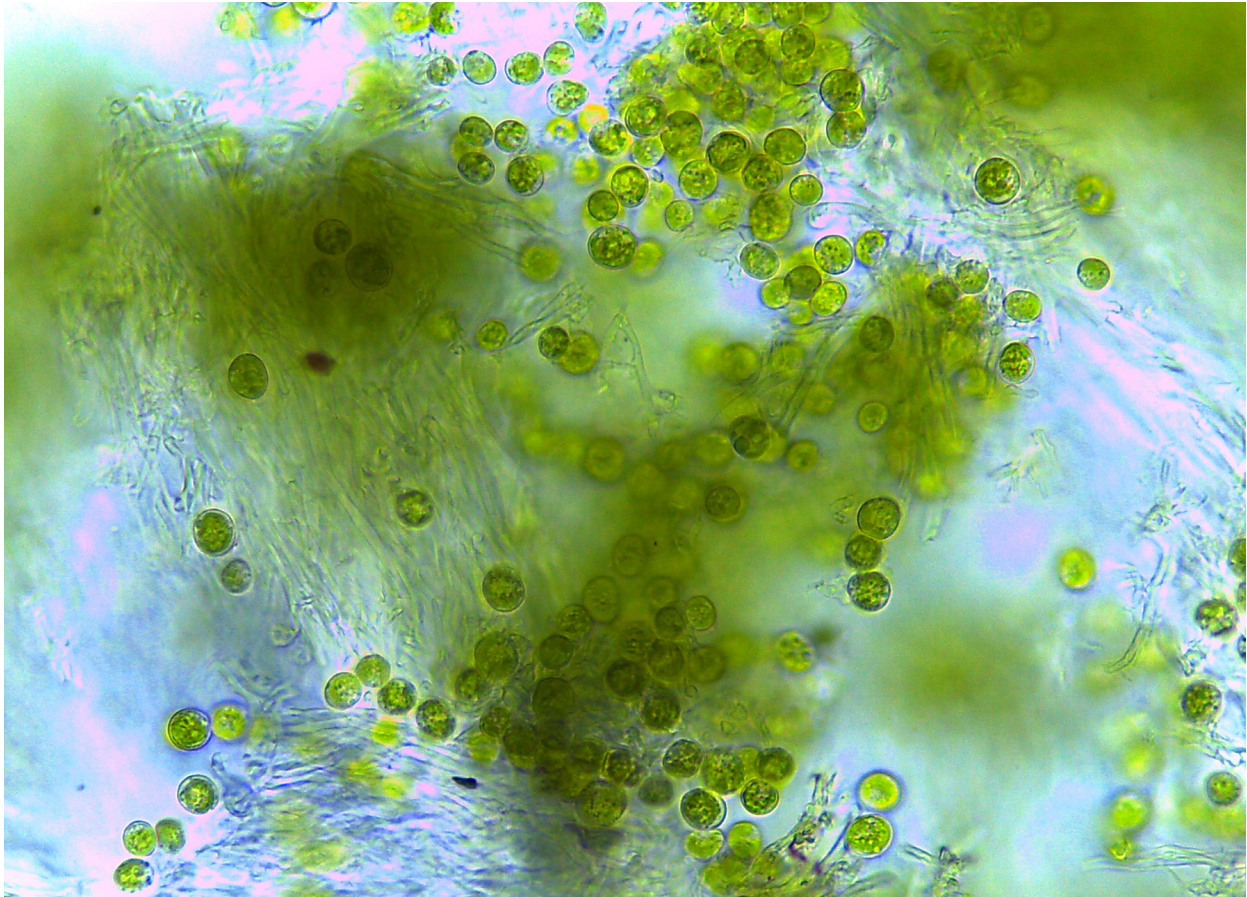


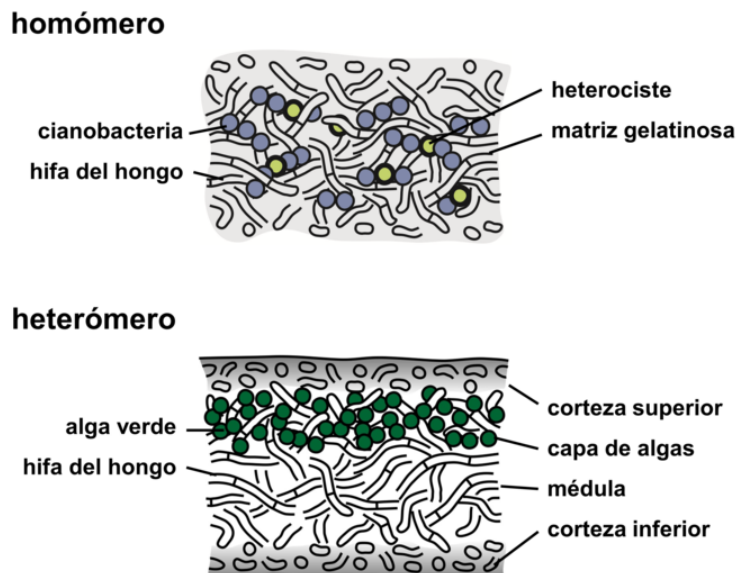
Figura 18. Género *Coccomyxa* visto al microscopio

El alga (ficobionte) es capaz de realizar la fotosíntesis para producir hidratos de carbono a partir de CO₂ y agua (Cubas et al., 2010). El fotobionte puede ser una cianobacteria (procariota) o alga verde unicelular (eucariota); es importante mencionar que son pocas las especies de algas que tienen la capacidad de liquenizar, siendo las más comunes de cianobiontes: Nostoc, Scytonema, Stigonema, Gloecaps y Calothrix, y algas verdes como Trebouxia, Trentepohlia, Coccomyxa y Myrmecia, presentando características propias y particulares a pesar de ser formado por la simbiosis de hongo y alga (Figura 18).

Se puede decir que, dentro de esta asociación, el hongo brinda la casa para el alga y ésta a cambio le brinda alimento al hongo. En cuanto a las levaduras, todavía no está clara la función que cumplen.

LÍQUENES HOMÓMEROS Y HETERÓMEROS

En los líquenes más abundantes (líquenes heterómeros), la mayor parte de los tejidos estructurales de los líquenes es constituida por el micobionte que, mediante hifas del hongo, forma una serie de capas muy bien definidas (córtex superior, médula y córtex inferior) (Chaparro y Aguirre, 2002).



© M. Piepenbring, CC BY-SA

Figura 19. Tipos de talo
Fuente: © M. Piepenbring, CC BY-SA

Las células del alga verde forman la capa algal por debajo de córtex superior, rodeadas por hifas. Mientras que cuando el fotobionte es una cianobacteria (líquenes homómeros), la organización en los líquenes no es tan estructurada, es decir, las algas y las hifas se distribuyen de manera uniforme. Esta estructura es común en los líquenes gelatinosos (Figura 19). Esta característica permite rápida absorción de agua que proporciona anoxia a las bacterias y favorece la acción de la enzima nitrogenasa rompiendo el triple enlace del N atmosférico ($N \equiv N$) (Barreno y Pérez, 2003, Cubas et al., 2010; Segura, 2013).

PROCESO DE LIQUENIZACIÓN

La liquenización es la estrategia de obtención de alimento desarrolladas por los hongos, mediante la cual, el hongo provee (micobionte), al alga (fotobionte), los minerales y la protección de las condiciones ambientales desfavorable y recibe del alga, los nutrientes que este no puede sintetizar (figura 20).

La liquenización es un proceso muy eficiente porque de esta manera han colonizado lugares inhóspitos e imposibles que estos organismos pueden existir de manera independiente (Barreno-Rodríguez, y Pérez-Ortega, 2003). Para Marcano (1994).

Partes de un líquen

Cuando un hongo y un alga se asocian forman el talo de un líquen. Las esporas se generan en los receptáculos, que cuando tienen forma de copa se llaman

▼ Pasos de formación

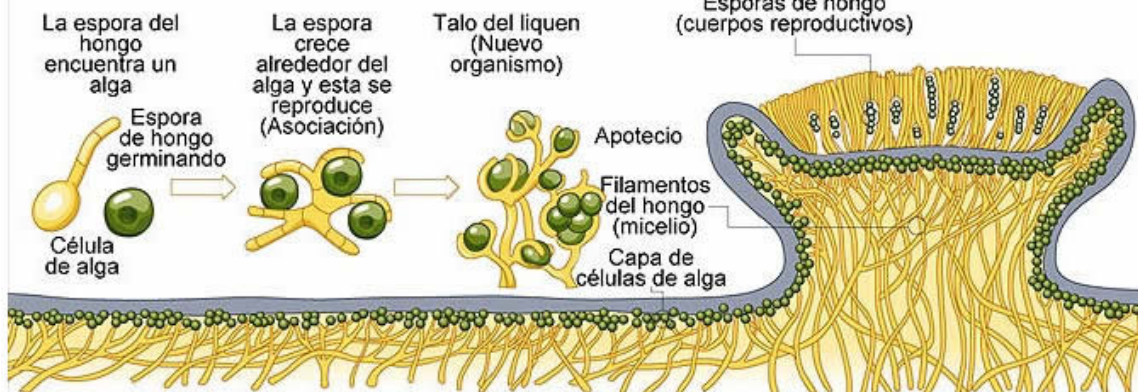


Figura 20. Proceso de líquenización

Fuente: <https://www.icarito.cl/wp-content/uploads/2009/12/614296.jpg>

- Fase de pre-contacto: es el encuentro de los organismos en la naturaleza, el contacto produce la estimulación por parte del alga y respuesta tigmotrófica del hongo.
- Fase de contacto: en esta fase ocurre el reconocimiento y aglutinación del hongo y el alga. La espora germina y las hifas empiezan a rodear al alga.
- Fase de envoltura del alga por el micobionte: Con el desarrollo de haustorios inicia la interacción entre los simbioses.
- Fase de incorporación de ambos simbioses para la formación de una matriz común: integración. La hifa crece y se ramifica para envolver más algas.
- Fase de formación y diferenciación del talo. Los biontes desarrollan el grado de compatibilidad y equilibrio necesario para permitir las modificaciones, tanto a nivel fisiológico y morfológico para generar el nuevo líquen.

ESTRUCTURA DE LOS LÍQUENES

Los líquenes presentan diversas estructuras importantes, necesarias para la identificación taxonómica, las más importantes se detallan continuación:

•Podecio



Figura 21. Podecios en el género *Cladonia*

Es una modificación que se observa en el grupo de Cladoniáceas principalmente en la que se observa como un alargamiento del pedúnculo del apotecio (figura 21).

Muchas veces está cubierto de tejido asimilador del talo, formando una estructura erguida, infundibuliforme e incluso ramificada (Chaparro de Valencia, 2002; Barreno y Pérez Ortega, 2003).

•Rizinas



Están ubicadas en la corteza inferior, presenta tonalidades oscuras y su estructura está dada por hifas. Pueden presentar rizinas simples o con ramificación (simples o dicotómicas). Su función es la sujeción al sustrato y retención de agua (figura 22).

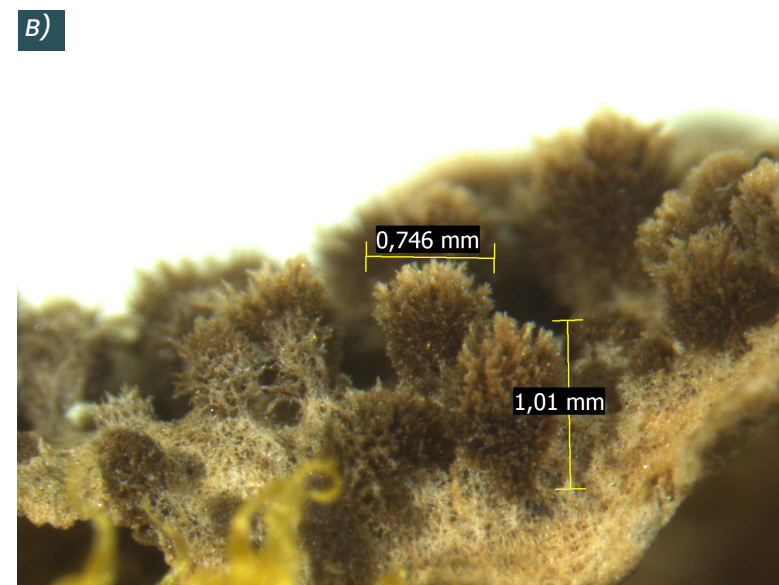


Figura 22. Tipos Rizinas. a) Rizinas simples, b) Rizinas agrupadas

•Tomento

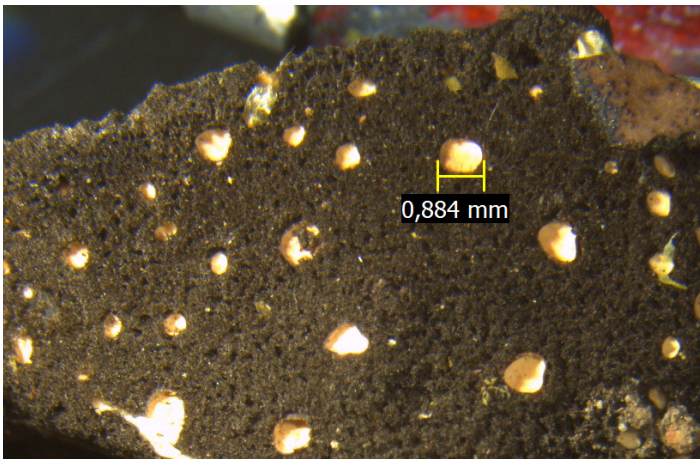


Figura 23. Tomento especie andina (*Sticta*)

Presenta un aspecto aterciopelado (figura 23), que se forma por la prolongación desde el córtex, tanto superior como inferior, con hifas a manera de pelos más o menos finos, que cubren la corteza superior de algunas especies de *Peltigera* y la inferior de *Lobaria* y *Sticta* (Chaparro de Valencia, 2002).

•Disco basal



Figura 24. Disco basal de líquen antártico

Constituido por un grueso paquete de hifas medulares aglutinadas que puede penetrar ligeramente en el sustrato y se puede ramificar. Se presenta esta estructura en líquenes fruticosos como en el género *Usnea* (figura 24).

•Ombligo (Talo Umbilicado)



Figura 25. Cara inferior de especie *Umbilicaria*, con talo umbilicado

Es un cordón que parte de la región central de la cara inferior. Es muy similar al disco basal de fijación, pero más grueso. Como se observa en el género *Umbilicaria* (figura 25).

•Cilios

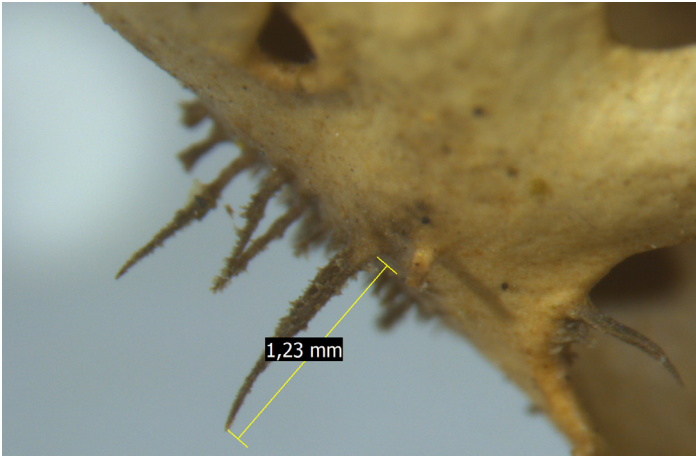


Figura 26. Cilios presentes en la parte dorsal del líquen

Se originan en el margen del talo o en la cara superior y de apariencia similar a las rizinas (figura 26). Estos son libres y generalmente no son ramificados. Su función es la de retener gotas de agua que absorben gradualmente. Ejemplo: Parmotrema. (Chaparro de Valencia, 2002).

•Fibrillas

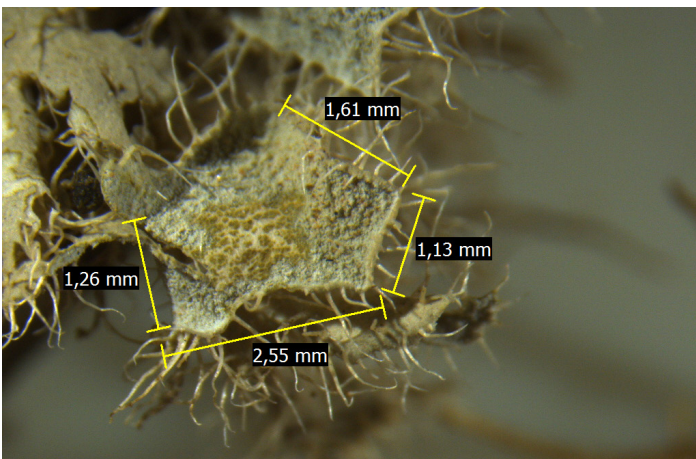


Figura 27. Fibrillas en líquen género *Usnea*

Son estructuras parecidas a los cilios (pero que contienen algas, por lo tanto, su función es más de asimilación) que se presentan en *Usnea* (figura 27).

•Venas



Figura 28. Venas y rizinas en la corteza interior de líquen

Son pliegues de la corteza inferior que fijan el talo al sustrato. Pueden ser coloreadas o no. Típicas del género *Peltigera* (figura 28).

• Cifelas

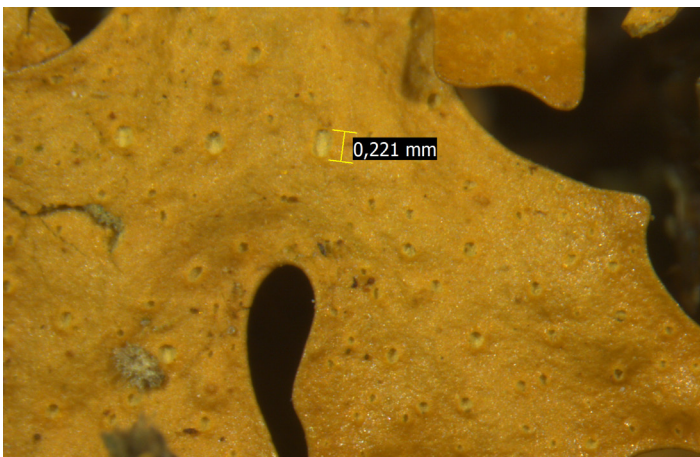


Figura 29. Cifelas

• Pseudocifelas

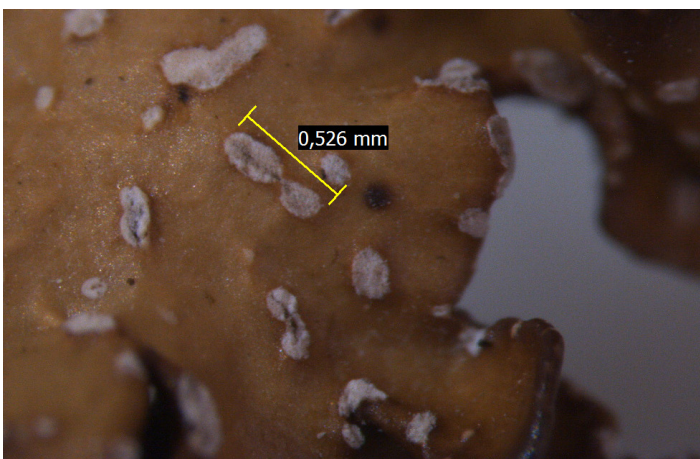


Figura 30. Pseudocifelas observadas al microscopio

• Cefalodios



Figura 31. Cefalodio en líquen *Placopsis*

Estructuras exclusivas del género *Sticta*. Son de forma redondeada y con una depresión central, que le da forma de un cráter (figura 29).

Son interrupciones de los córtex (parecidos a poros) por la proliferación de hifas medulares. Estas pueden estar en ambas caras del talo y no poseen un córtex que delimite el poro. Se pueden encontrar especialmente en líquenes foliosos y fruticulosos. Son hidrófobas (figura 30).

Son estructuras bien delimitadas, constituidas por un fotobionte distinto (cianobacteria) de la que forma el talo principal. Pueden estar situados tanto en la médula, como en la cara superior o inferior del talo (figura 31). Tiene como función ser fijadores de nitrógeno en ambientes oligotróficos (Barreno y Pérez-Ortega, 2003).

• Pruina

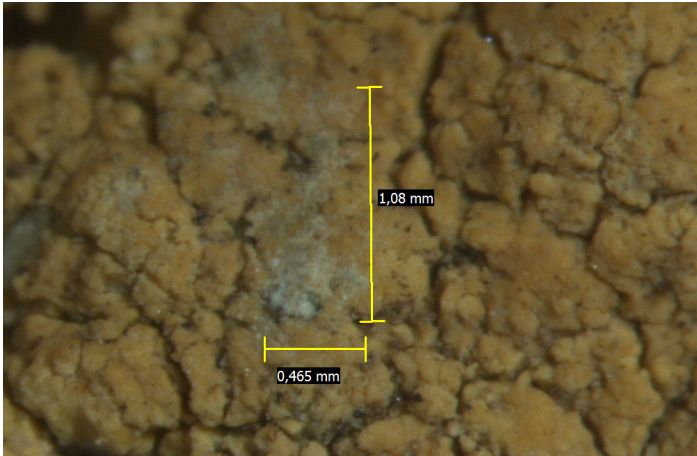


Figura 32. Pruina observada al microscopio

Polvillo que aparece en la superficie de algunos talos, formado por hifas necrosadas y sales minerales que le dan al líquen un aspecto pulverulento (figura 32).

CICLO DE VIDA DE LOS LÍQUENES

La mayoría de los líquenes muestran procesos de reproducción sexual y asexual propios de estos organismos (figura 33). En la simbiosis líquénica, el micobionte es el único que presenta en su ciclo de vida la reproducción sexual, quedando la del fotobionte casi siempre restringida a la asexual (Barreno, 2003).

El hongo es capaz de producir sus propios órganos reproductivos (apotecios), que le permiten reproducirse por sí solo, en tanto que el líquen como entidad biológica, ha desarrollado varias opciones: una de ellas son los soredios, pequeñas masas de hifas del hongo, enrolladas cubriendo varias células del alga, que son dispersadas por el viento. En el lugar donde cae uno de estos soredios y existen las condiciones para “germinar”, se da origen a un nuevo talo del líquen de donde procede. Otro tipo de diáspora es el isidio, parecido al soredio, pero que además involucra la corteza del líquen en donde se origina (Campos, Uribe y Aguirre, 2008).

Los líquenes presentan dos tipos de reproducción, sexual y asexual (figura 33). La reproducción asexual se da por la fragmentación del talo, o mediante isidios y soredios, los cuales son estructuras de reproducción especializadas. Esta reproducción se puede dar tanto en el fotobionte como en el micobionte. También ocurre la reproducción sexual, donde a partir de los apotecios, se originan las ascosporas. Esto se debe a que la mayoría de los hongos del líquen son ascomicetos, pero también pueden desarrollarse peritecios o peritecas. Los apotecios presentan una morfología muy variada, ya que pueden ser redondeados, lineares u ovalados. Por otra parte, cuando el líquen es de tipo basidiomiceto, presenta basidiósporas, careciendo así de órganos reproductores especializados (González, 2013).

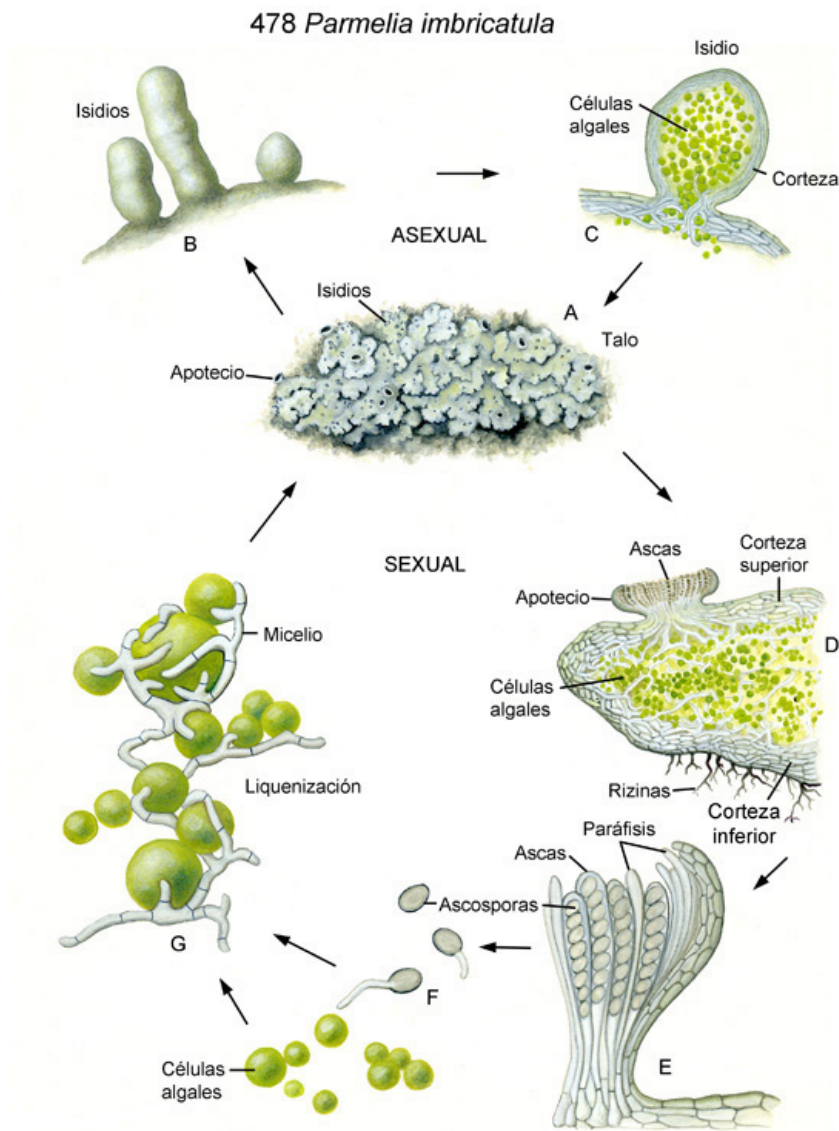


Figura 31. Ejemplo de ciclo reproductivo: Ciclo de vida de *Parmelia imbricatula*
 Fuente: Dr. Miguel Ulloa Sosa, Instituto de Biología, UNAM

MULTIPLICACIÓN ASEXUAL DE LOS LÍQUENES

La reproducción asexual constituye para el líquen una forma de multiplicación rápida, bajo la cual se genera un nuevo individuo que contiene a ambos simbiosomas (Montañez, 2000).

•Soredios

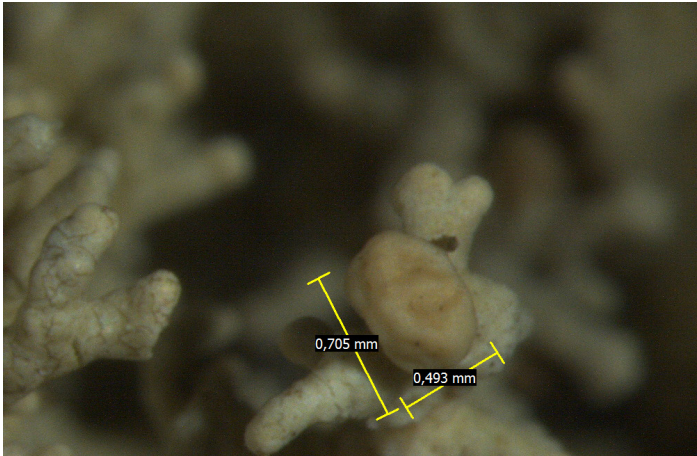


Figura 34. Tamaño de Soredios al microscopio

•Isidios

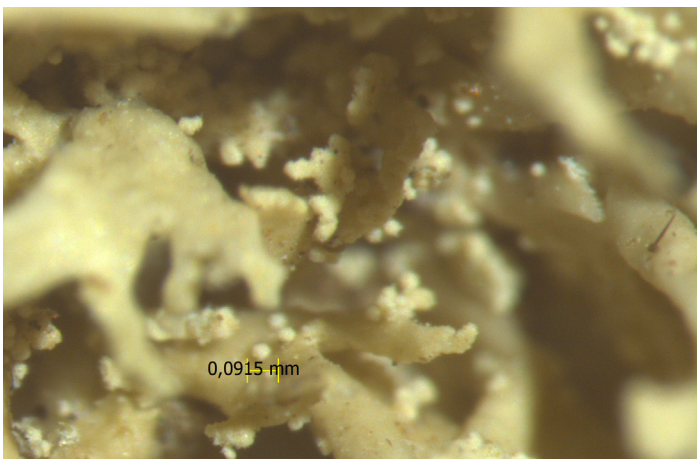


Figura 35. Isidios por desprenderse

•Picnidios



Figura 36. Poro apical

Son pequeñas partes de líquenes, formados por una estructura de algas rodeado por hifas. Su origen está en la médula y salen por medio de los sorolios, formando gránulos que son fácilmente desprendibles que, cuando encuentran condiciones adecuadas para su desarrollo, germina (figura 34).

Pequeñas prolongaciones del talo que se desprenden del talo liquénico con facilidad y se encuentran formadas por hifas y algas entremezcladas (figura 35).

Éstos se liberan mediante una acción mecánica y actúan como propágulos, pero su rango de acción es menor que el de los soredios. Ambos, soredios e isidios, son especialmente comunes en los talos foliáceos y fruticulosos (Barreno, 2003).

Son órganos pequeños de estructura globosa abierta o cerrada, esféricos o en forma de botellas, generalmente, dentro del talo que alberga numerosos conidióforos productores de conidios (esporas asexuales). Su poro apical y parte de su estructura se observan como puntos oscuros en la superficie del talo (figura 36).

REPRODUCCIÓN SEXUAL DEL MICOBIONTE

El micobionte (hongo) se reproduce sexualmente mediante la producción de esporas. Las esporas producidas por el hongo se dispersan, a larga distancia, transportadas por el viento. Las esporas germinarán al encontrar un medio favorable y, si están en presencia las células del ficobionte (alga) correspondiente, formarán la asociación liquénica. Pero si las hifas no encuentran las células algales, morirán, ya que no viven de manera libre (Burgaz, 2009). Las esporas sexuales se producen en estructuras especializadas, como los apotecios y peritecios.

• Peritecios



Figura 37. Peritecios

Son estructuras inmersas en el talo, generalmente globosas, que poseen un poro central en el ápice llamado ostiolo, a través del cual se liberan las esporas. Una forma similar, pero sin himenio son los Pseudotecios (figura 37).

• Apotecios



Figura 38. Apotecio de líquen antártico visto al microscopio

Tienen la forma de una copa abierta con el tecio (capa esporógena) en cuya superficie se forman las esporas (figura 38). Un apotecio típico está formado por epitecio, himenio, hipotecio, excípulo y córtex. Los líquenes con apotecios discoideos se denominan gimnocárpicos (Barreno & Pérez - Ortega, 2003).

En función de la morfología general, así como el sustrato en el que se desarrollan se distinguen varios tipos morfológicos o biotipos (de Paz y Burgaz, 2009; Cubas et al., 2010; Chaparro y Aguirre 2002).

1. Por su morfología (por el aspecto externo del talo, aparato vegetativo)

• Líquenes Foliosos



Figura 39. Liqueen folioso creciendo en rocas Isla Greenwich

Tiene forma de hoja, talo aplanado, dividido en lóbulos, algunos con cilios en sus márgenes, los lóbulos poseen una superficie superior e inferior, diferenciándose en el color, textura y en sus componentes (figura 39). Se fijan mediante rizinas a ciertas superficies como la madera, piedra, hojas o estiércol (Chaves, Navarro, y Alvarado, 2008).

• Líquenes Crustáceos



Figura 40. Liqueen crustáceo sobre roca

Con forma de costras, fuertemente adheridos al sustrato por su cara inferior (Calatayud, Corrales y Hernández, 2010), algunos con margen lobulado (figura 40). No presentan superficie inferior pues están unidos al sustrato totalmente, y la superior tiene apariencia agrietada (Chaves et al., 2008).

•Líquenes Fruticulosos



Figura 41. *Liquen fruticuloso*

•Gelatinoso



Figura 42. *Liquen gelatinoso Leptogium menziesii*

•Compuesto o Mixto



Figura 43. *Liquen compuesto del género cladonia*

Arbustivos, que poseen talos de diferentes formas arbustivas (figura 41), barbados y tiras o tubos, con base estrecha para fijarse al sustrato y se ramifican hacia el ápice, de crecimiento rápido (Chaves et al., 2008).

Presenta un talo húmedo, mucilaginoso, blando, flexibles y translúcidos cuando húmedos, pero son negruzcos, coriáceos y friables cuando secos y el fotobionte es una cianobacteria (figura 42).

Presenta dos talos: el principal se encuentra adherido al sustrato (foliáceos, crustáceo o escumuloso), y el secundario erguido, el cual se desarrolla a partir del talo primario, y se lo conoce como podecio (figura 43).

•Filamentoso



Figura 44. *Pseudephebe*

El ficobionte (figura 44) se encuentra rodeado por el hongo formado por filamentos muy finos enmarañados, con aspecto lanoso extendidos sobre el sustrato, como el género *Pseudephebe* (Chaparro y Aguirre, 2002).

2. Por el tipo de sustrato

La naturaleza simbiótica de los líquenes hace que el sustrato donde se desarrollen sea parcialmente independiente, esta simbiosis pone a disposición agua nutrientes de la atmósfera, propiciando el crecimiento de en una gran variedad de sustratos inertes como la superficie de las rocas (líquenes saxícolas), dentro de las rocas (líquenes endolíticos) y sustratos orgánicos, suelo (líquenes terrícolas), corteza de árboles y otras plantas (líquenes epífitos), construcciones y edificaciones, inclusive en hojas y caparazones de animales (Hawksworth y Hill, 1984; Bolaños).

•Cortícola



Figura 45. Líquen creciendo sobre corteza de árbol, Islas Galapagos

Especies de líquenes que crecen sobre las cortezas de árboles y arbustos, formando pequeños microhábitats, tanto para líquenes como para otras especies vegetales (figura 45).

•Saxícola



Figura 46. Líquen creciendo sobre rocas, Isla Greenwich (Antártica)

Se asientan sobre sustratos rocosos. Estos líquenes son importantes para la disgregación mecánica y posteriormente bioquímica de las rocas con ayuda de metabolitos secundarios (figura 46).

•Terrícola



Figura 47. Líquen creciendo sobre suelo en el páramo andino.

Sobre el suelo, donde resulta vulnerable, su establecimiento depende del pH y composición química del sustrato. Las especies con algas verde-azules pueden fijar nitrógeno en la capa superficial del suelo (figura 47).

•Muscícola



Figura 48. Líquen sobre musgos en Isla Greenwich (Antártica)

Crecen sobre talos de briófitos, especialmente en musgos (figura 48).

•Liquenícolas



Figura 49. Liqueen del género *Usnea* creciendo sobre líquene crustoso en Isla Greenwich

Creceen sobre otros líquenes como parásitos, saprófitos o comensales (figura 49).

•Folícolas

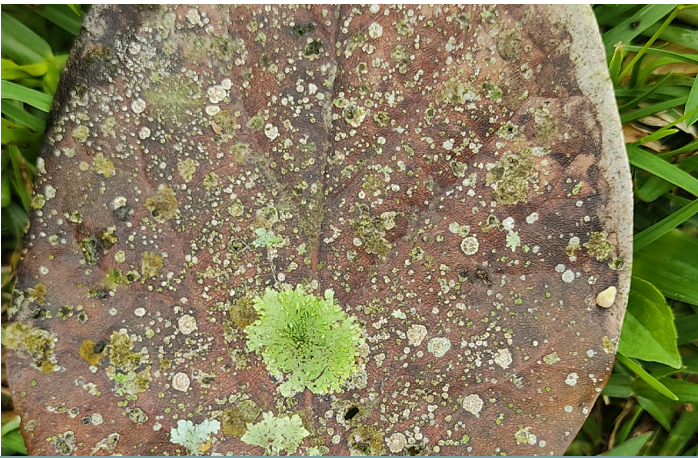


Figura 50. líquene creciendo sobre hojas en la zona andina

Creceen sobre las hojas perennes de las plantas vasculares. Su distribución es amplia en diferentes bosques húmedos del planeta (figura 50). Se han identificado unas 700 especies de líquenes folícolas (Lücking, 2000). Este tipo de crecimiento no se observa en Antártica.

• Otros sustratos

Los líquenes son organismos pioneros, capaces de asentarse sobre casi cualquier tipo de sustrato, tanto naturales como artificiales (figura 51). Esto incluye derivados de plantas o fuentes animales, material sintético como cinta plástica (Sipman, 1994), cemento, techos y paredes de hormigón, y vidrio (Schroeter y Sancho, 1996; Rosato, y García, 2014; Gamboa, Lago, González, Nieto, Núñez Estévez y Núñez González, 2017).



Figura 51. Caparazón de molusco del género *Nacella* cubierto de líquenes isla Greenwich (Antártica)



Figura 52. Líquenes creciendo sobre hueso de ballena Isla Greenwich (Antártica)

En la Isla Greenwich se observó que los líquenes han encontrado diversos sustratos artificiales, como el caparazón de moluscos, huesos, rocas de cuarzo, hasta en estructuras construidas por el ser humano (figura 52).

IMPORTANCIA DE LOS LÍQUENES

Desde los años 70, los líquenes han generado gran interés y son considerados bioindicadores de la calidad ambiental, especialmente del aire, debido a su alta sensibilidad frente a los cambios ambientales de origen antrópico (Morales, Lücking y Anze, 2009), ecológicamente son considerados como colonizadores, precursores y formadores del suelo, su actividad metabólica libera ácidos y otros metabolitos, que meteorizan la roca madre de la cual extraen nutrientes minerales. Este proceso continuo de meteorización forma las condiciones para el anidamiento de otros organismos que terminan el proceso de pedogénesis.

•Metabolitos secundarios presentes en los líquenes

Los líquenes producen metabolitos secundarios (más de 950 sustancias) con diversos fines: protección, defensa, nutrición entre otros (Raggio, 2013). Estos son de gran ayuda para la identificación taxonómica de los líquenes y tienen aplicaciones en áreas de medicina, industria y textiles, entre otros.

TEST DE COLORACIÓN				
REPETICIONES	REACCION (CAMBIO DE COLORACION)			
	K	C	KC	I (lugol)
1				
2				
3				

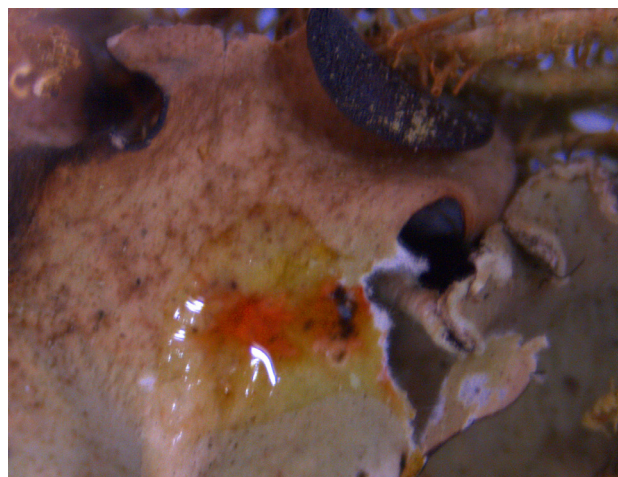


Figura 53. Test de coloración. a) Modelo de Ficha. b) reacción de color observada en líquen como respuesta a la presencia de hipoclorito de sodio

Una forma rápida de detectar la presencia de metabolitos en los líquenes es mediante pruebas microquímicas o pruebas de coloración (ver figura 53). Los reactivos más comúnmente utilizados incluyen potasio (K), que consta de una solución al 10% de hidróxido de potasio en agua; cloro (Cl) -Hipoclorito de sodio-, comercial y sin diluir; KCl, una combinación de ambos reactivos donde se coloca primero una gota de uno y luego una gota del otro; y yodo (I), que se refiere al Lugol (Barreno y Pérez, 2003). Es importante utilizar los reactivos con precaución, para evitar derrames o accidentes. Esta prueba se fundamenta en la coloración que adquieren los metabolitos en contacto de los reactivos, específicamente la fluorescencia que producen bajo la acción de radiación UV, estos cambios son visibles macroscópicamente (Barreno y Pérez, 2003).

Los metabolitos secundarios que producen los líquenes se pueden clasificar según su estructura son: Dépsidos, depsidonas, depsona, ácidos úsnicos y dibenzofuranos (Barreno, 2003).

•Líquenes y el cambio climático

El cambio climático ha modificado las condiciones normales de la Tierra, contribuyendo a que se originen cambios de temperatura y precipitación, aumentando la frecuencia e intensidad de algunos fenómenos naturales (Gitay et al., 2002). Éste es un problema global que ha sido tratado por los expertos de todo el mundo, los cuales han llegado a la conclusión de que el clima cambia, debido a causas naturales y de origen antropogénico (Díaz, 2012). Ésta problemática no afecta a ciertos espacios de nuestro entorno, sino que también representa una amenaza a las áreas protegidas, poniendo en riesgo los ecosistemas y sus componentes (Medina, Taveras y McCarthy, 2013).

Una herramienta que permite estudiar el cambio climático que aqueja a la Tierra son los líquenes, pues el clima es un factor clave que interviene en la diversidad liquénica (Méndez y Nájera, 2011). Los líquenes son conocidos por usarse como indicadores del clima, así como también como indicadores de la calidad del aire (Will-Wolf, Jovan, Neitlich, Peck, y Rosentreter, 2015). Su tasa de crecimiento se ve afectada por la longitud de su estación de crecimiento, disponibilidad de agua y temperatura, de manera que los cambios en el incremento del crecimiento radial anual de algunos de los líquenes como los foliáceos o crustáceos circulares pueden ser también indicativos de ciertas tendencias (Sancho y Pintado, 2004).

La tasa de crecimiento de los líquenes se ve afectada por factores como la longitud de las estaciones, de la disponibilidad de agua y de la temperatura, de manera que los cambios en el incremento del crecimiento radial anual de líquenes foliáceos o crustáceos circulares pueden ser también indicativos de ciertas adaptaciones al cambio climático (Hawksworth et al., 2005; Darré, 2012). Los líquenes han despertado el interés y la necesidad de estudiarlos como bioindicadores del cambio del clima. Por ejemplo, en zonas alpinas, el crecimiento de *R. Geographicum* es muy lento, alrededor de 0,2 mm/año (Hansen, 2008), esta tasa de crecimiento ayuda a fechar el tiempo de exposición de las rocas que forman morrenas glaciares debido al retroceso del glaciar proporcionando así el tiempo aproximado del que el glaciar se retiró. Así en Brasil se estudiaron las metacomunidades de líquenes epífitos en la Mata Atlántica brasileña, que están estructuradas jerárquicamente y se observaron cambios en su dinámica poblacional y diversidad motivados por el cambio climático (Anjos de Menezes, et al., 2020)

Asimismo, se han realizado estudios en los alrededores de la Estación Maldonado en la Antártida, a fin de determinar la adaptación de estos individuos a la severidad climática y otros factores ambientales que, limitan el desarrollo vegetativo. La comprensión de estos mecanismos nos ayudará a comprender los cambios en la diversidad liquénica de las zonas altoandinas, cuyos estudios comparativos se han iniciado en el programa antártico de la UTN.

•Bioindicadores

Las ventajas que poseen los líquenes para ser utilizados como bioindicadores de lectura inmediata en los trópicos se basan en que los trabajos pueden ser realizados sin la identificación total de las especies involucradas, y en el hecho de que son perennes y fácilmente discernibles a simple vista o con la ayuda de una lupa de campo (Aguilar, 2008). Los líquenes, por su biología y modo de vida, constituyen uno de los organismos más adecuados para evaluar el impacto humano sobre los ecosistemas (Werth et al, 2005). Son organismos de probada sensibilidad frente a la contaminación ambiental (Hawksworth y Rose,1970; Nimis et al., 1990).

•Principales usos

Según Carballal, Rowe y Casares (2006): “Desde la antigüedad, el hombre ha utilizado los líquenes como fuente de alimento, tintes de tejidos, medicamentos, perfumes o venenos. A estos usos tradicionales se añaden actualmente otros, derivados del conocimiento adquirido en el último siglo sobre la biología y ecología liquénica, entre ellos la liquenometría y la bioindicación” (p.184), es así, que se puede denotar el grado de importancia de estudiar a estas comunidades liquénicas, para conocer sus funciones y de esa manera establecer guías o proyectos en beneficio de la población y del ambiente.



Figura 54. Género *Usnea* usado como alimento por algunos mamíferos

En las zonas templadas (figura 54), especialmente en la época de invierno, algunos mamíferos como los bisontes, bueyes almizcleros, ciervo mulo o berrendos, entre otros, se ven obligados a alimentarse de líquenes de los géneros *Bryoria* y *Usnea*, ya que, en invierno y a falta de otras plantas, los líquenes se han convertido en su sustento para sobrevivir (Illana-Esteban, 2009).

Los líquenes son conocidos como bioindicadores de la calidad de aire, puesto que se distribuyen ampliamente por todos los ecosistemas. Estas especies no poseen raíces, por lo que no se nutren de los componentes del suelo, sino de los componentes del aire, y son más sensibles a la contaminación atmosférica, ya que no presentan una cutícula que los proteja (Izco et al., 1997). Por estas características, es importante conocer ampliamente su taxonomía, ecología y distribución antes de realizar algún estudio.

Un claro ejemplo, es el estudio realizado en Argentina por Lijteroff, Lima, Prieri (2009), en el que, la utilización de ciertas comunidades de líquenes permitió evaluar la calidad del aire urbano de San Luis, Argentina y, además, determinar el grado de los niveles de contaminación. Investigadores como, Ramírez, León y Lücking (2016), estudiaron el "Uso de biotopos de líquenes como bioindicadores de perturbación en fragmentos de Bosque Altoandino (Reserva Biológica "Encenillo", Colombia), en el cual se encontró se monitoreó en dos bosques para compararlos posteriormente, siendo así, en el Bosque Perturbado existía una alta proporción de *Usnea urens*, mientras que, en el Bosque conservado, no se encontró la presencia de esta especie.



Figura 55. *Xanthoria parietina* usado en medicina tradicional
De Holger Krisp - Trabajo propio, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia>.

Según Barreno y Pérez (2003), muchas de las sustancias líquénicas son extraídas con fines farmacológicos, bromatológico, industrial, y otros, inclusive, muchos líquenes han sido estudiados para encontrar moléculas orgánicas que puedan presentar propiedades antibacterianas, antivirales y anticancerígena. Barrales et al. (2017) en su estudio "Importancia de los líquenes como bioindicadores ambientales y fuente promisoría de compuestos anticáncer", mencionan que los líquenes tienen diversas utilidades en la medicina, como es el caso del tratamiento para la tuberculosis pulmonar, como vermífida, para el control de fiebre, alivio de dolores, expectorante y otros.

Asimismo, son utilizados como antioxidantes para retrasar el envejecimiento celular, como compuesto antiviral para el VIH, Papiloma Humano, entre otras especies como *Xanthoria parietina*, que se usaba desde la antigüedad para tratar la ictericia. De igual manera, *Cetraria islandica* es usado por sus propiedades antidiarreicas y para curar la tos. Existen muchos productos que se comercializan en la actualidad fabricados con este líquen (Figura 55).

LÍQUENES HOSPEDEROS DE ÁCAROS EN EL AMBIENTE ANTÁRTICO

Los líquenes brindan beneficios a otros organismos, sirviendo de alimento a los ciervos y renos en la taiga, o son hábitat de insectos, gasterópodos y ácaros (Barreno y Pérez, 2003). En el caso de la Antártica, se ha observado colonias de ácaros viviendo dentro de líquenes de la Isla Greenwich, que les brindan refugio y alimento.



Figura 56. Colonia de ácaros en líquen crustoso en rocas cercanas a la playa Isla Greenwich

Acari o Acarina (del griego ακαρίς akarés, "diminuto", "que no se corta"), comúnmente denominados como ácaros (figura 56), son una subclase de arácnidos, aunque durante mucho tiempo fueron considerados un orden. Existen casi 50 000 especies descritas, y se estima que existen entre 100 000 y 500 000 especies que todavía no han sido halladas. alrededor de 3.200 especies paleárticas, 1.500 etiópicas, 1.500 neotropicales, 1.400 orientales, 1.200 neárticas, 1.000 australianas y 100 antárticas (Iraola, 2001; Subías, 2004).

Los ácaros pueden encontrarse en casi todos los ecosistemas, incluyendo desiertos, tundras, alpinos, estrato profundo del suelo, cuevas, manantiales calientes y en el suelo oceánico. En otras palabras, los ácaros han colonizado casi todos los hábitats terrestres, marinos y dulceacuícolas (Iraola, 2001).

En la Antártida, se ha determinado la presencia de este grupo, ocupando especialmente, zonas de deshielo, que presentan humedad y están ocupadas por vegetación. Sinclair y Sjursen (2001) mencionan que los ácaros están fuertemente relacionados con el contenido de clorofila- α del suelo, además tienen preferencia por los líquenes, que tienen tasas de crecimiento y colonización rápidas, gracias a que crecen en sitios enriquecidos con nutrientes derivados de las aves marinas (Smith, 1995).

Los ácaros presentan coloraciones que están relacionadas con el hábitat y su tipo de alimentación. Por lo general, los ácaros del polvo no presentan coloración (transparentes), también existen ácaros verdes y marrones. En Isla Greenwich, se observó ácaros de tonos marrones, rojizos, y se les encontró en solitario y formando colonias, especialmente en líquenes cercanos a la playa (figura 57).

La mayoría de los ácaros son diminutos y alcanzan unos pocos milímetros de longitud. El ácaro de los folículos humanos mide solo 0,1 mm (menor que algunos protozoos) y los del polvo doméstico miden entre 0,2 y 0,5 mm. En tanto que otros son más grandes, así los ácaros de terciopelo alcanzan longitudes de 10 mm (Pérez, et al., 2014).



Figura 57. Ácaros de diferentes tamaños habitando en un líquen

A continuación, se describen los ácaros observados en los líquenes en Isla Greenwich:

•*Alaskozetes antarcticus* (Michael, 1903)

El nombre deriva de su hábitat: *Alasko*, que significa “de Alaska”, y *antarcticus*, en relación con las condiciones frías en las que vive el ácaro. Los científicos no tienen claro cómo *Alaskozetes antarcticus* (figura 58) ha podido adaptarse a un entorno tan diferente al de otros artrópodos. Mientras que la mayoría de las especies de artrópodos habitan en ambientes cálidos y húmedos, *A. antarcticus* sobrevive en condiciones de congelación y con poca humedad (Mauri, 1964; Young, y Block, 1980; Block, y Convey, 1995; Benoit, 2019).

Alaskozetes antarcticus es uno de los invertebrados terrestres más grandes de la Antártida, un herbívoro / detritívoro, típico de Cryptostigmata en general, con bajas tasas de alimentación y crecimiento, larga vida útil y bajo rendimiento reproductivo (Block, Burn, y Richard, 1984; Block y Convey, 1995).

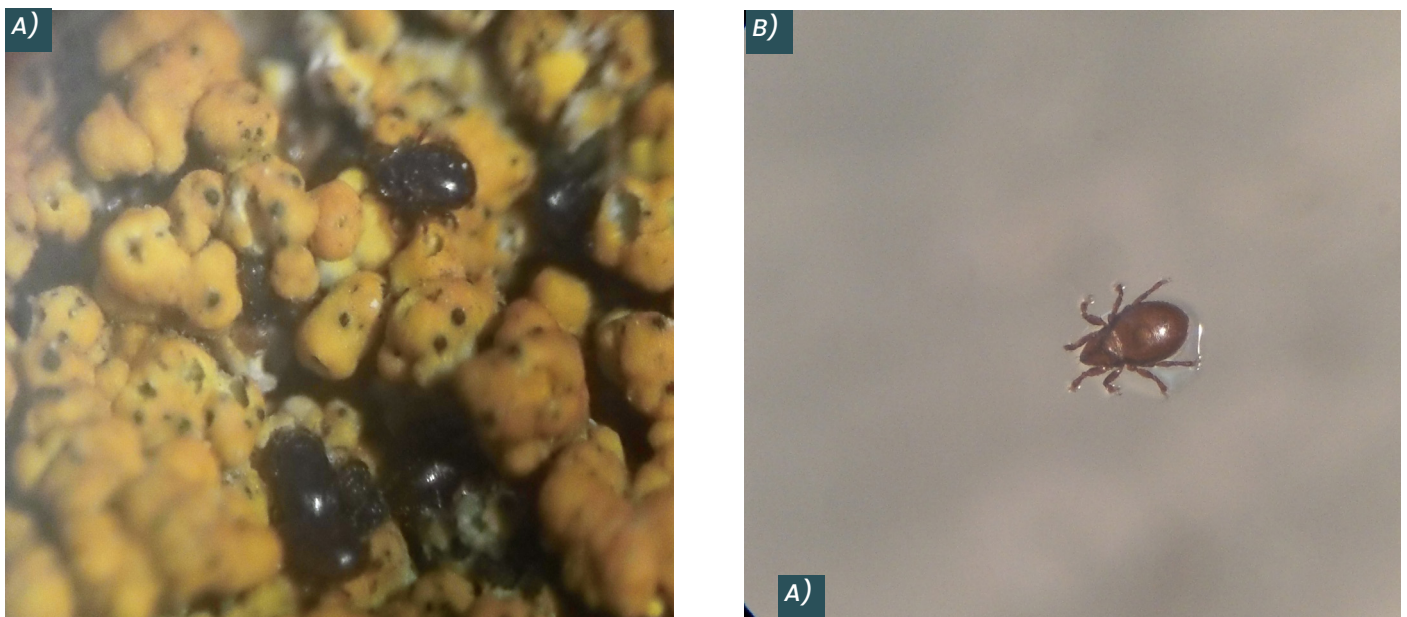


Figura 58. *Alaskozetes antarcticus* bajo el microscopio. A) colonia de ácaros viviendo en un líquen. B) ácaro visto al microscopio

Existen ácaros con especializaciones fisiológicas a bajas energías de activación enzimática y altas tasas metabólicas a bajas temperaturas, así como especies de zonas templadas, y bajas temperaturas óptimas para la alimentación y crecimiento (Benoit, 2019). Las tasas de crecimiento de los ácaros antárticos en comparación con los ácaros de zonas templadas, se obtienen en un ciclo de vida extendido de cinco años, debido a que el período invernal es extendido y existe un corto período adecuado para su crecimiento (Block, y Convey, 1995; Phillips et al., 2022).

Alaskozetes antarcticus es una especie de ácaros no parasitarios, conocida por su capacidad para sobrevivir en temperaturas bajo cero. *Alaskozetes antarcticus* a

diferencia de otros artrópodos, es inofensiva para los seres humanos y grandes organismos. Su alimentación consiste en musgos, algas líquenes, detritos y hongos.

•*Rhagidia gélida* (Thorell 1871)

Rhagidia tiene una distribución circumboreal, se lo encuentra en las tundras del ártico y en la península antártica. *R. gelida* es univoltina (completan un ciclo durante un año), intolerante a la congelación y a la falta de disponibilidad de agua líquida, por lo que se considera un producto biológico crioindicador del microclima periglacial. Se lo encuentra en zonas rocosas en microhábitats formados por musgos y líquenes (zona antártica) en los que se observa que les brinda refugio de condiciones ambientales, su alimentación sobre todo se basa en colémbolos y otros micro artrópodos (Zacharda, 1987; Zacharda et al., 2005; Abou-Awad et al., 2011).

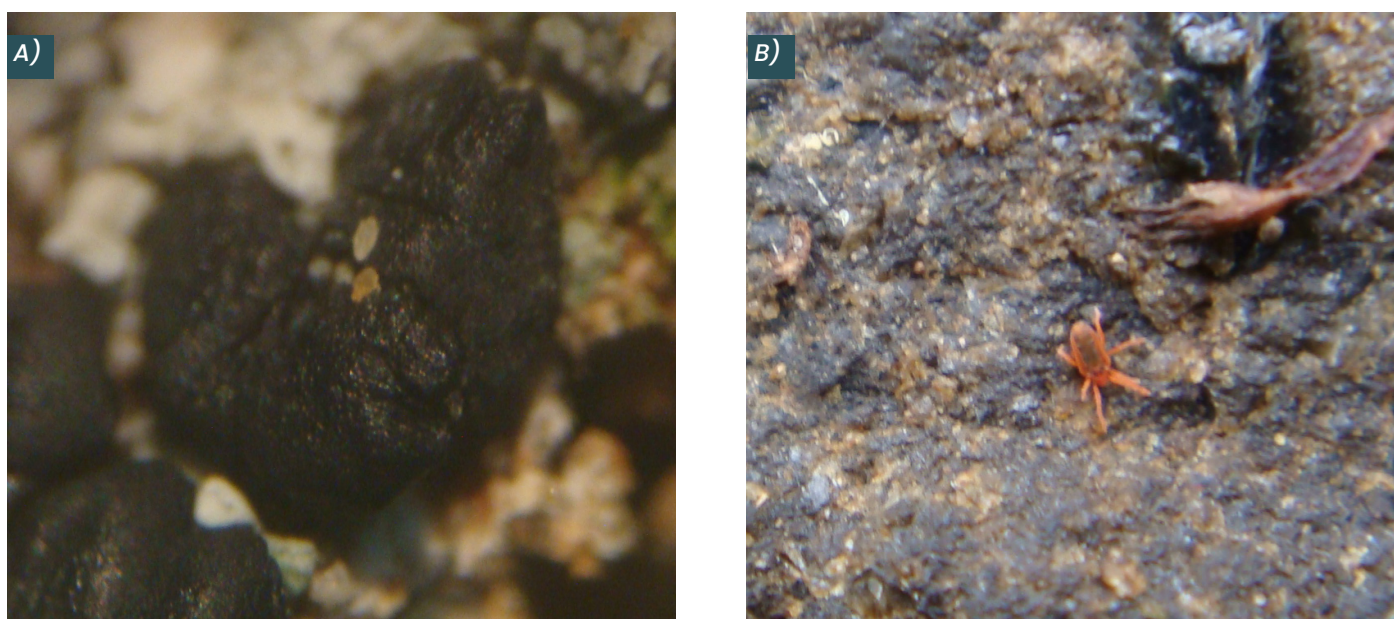


Figura 59. *Rhagidia gelida* bajo el microscopio. A) colonia de ácaros viviendo en un líquen. B) acaro visto en campo

•*Halozetes crozetensis* (Ritchers, 1908)

Es una especie poco estudiada, por lo tanto, no se conocen las características que distinguen machos de hembras. Está cubierta de una cutícula formada por quitina y proteína de color amarillo parduzco (figura 60). Los ácaros de la especie *Halozetes crozetensis* son frecuentes en hábitats intermareales marinos, principalmente asociados con comunidades de algas o en rocas desnudas. Se lo encuentra en guano de pingüinos, nidos de pájaros, rocas y huesos con incrustaciones de líquenes (figura 60).

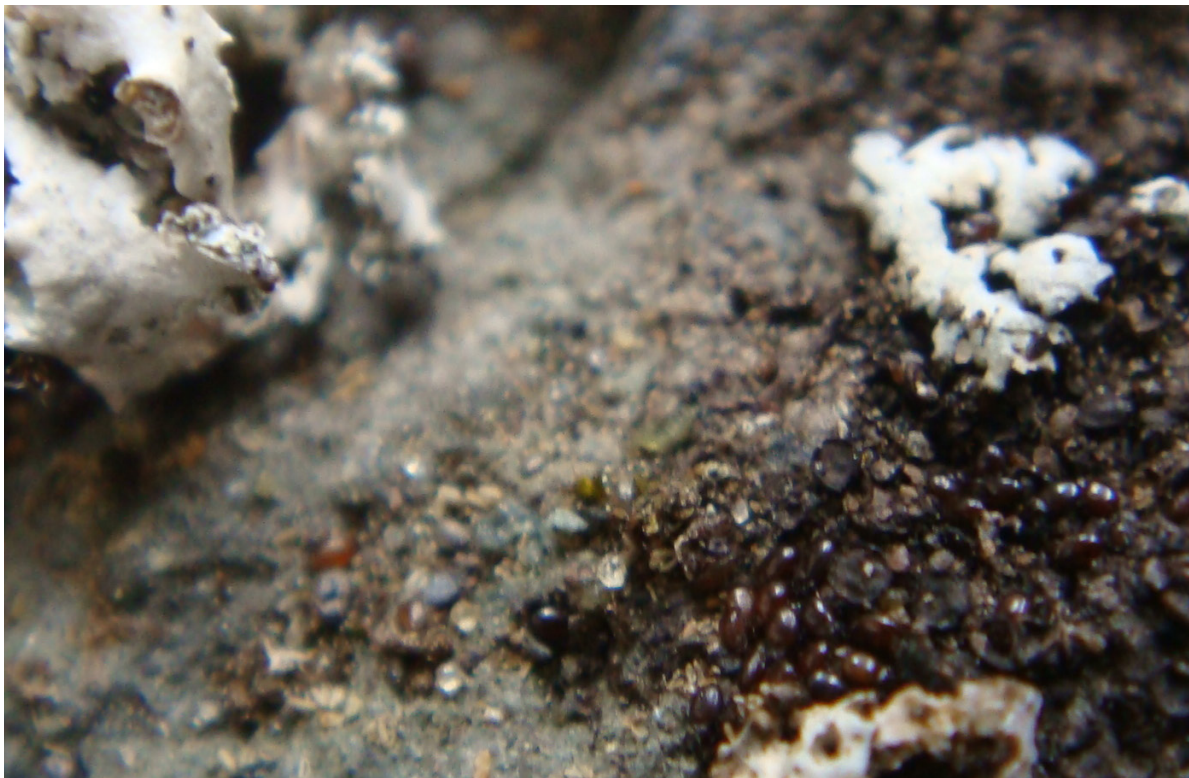


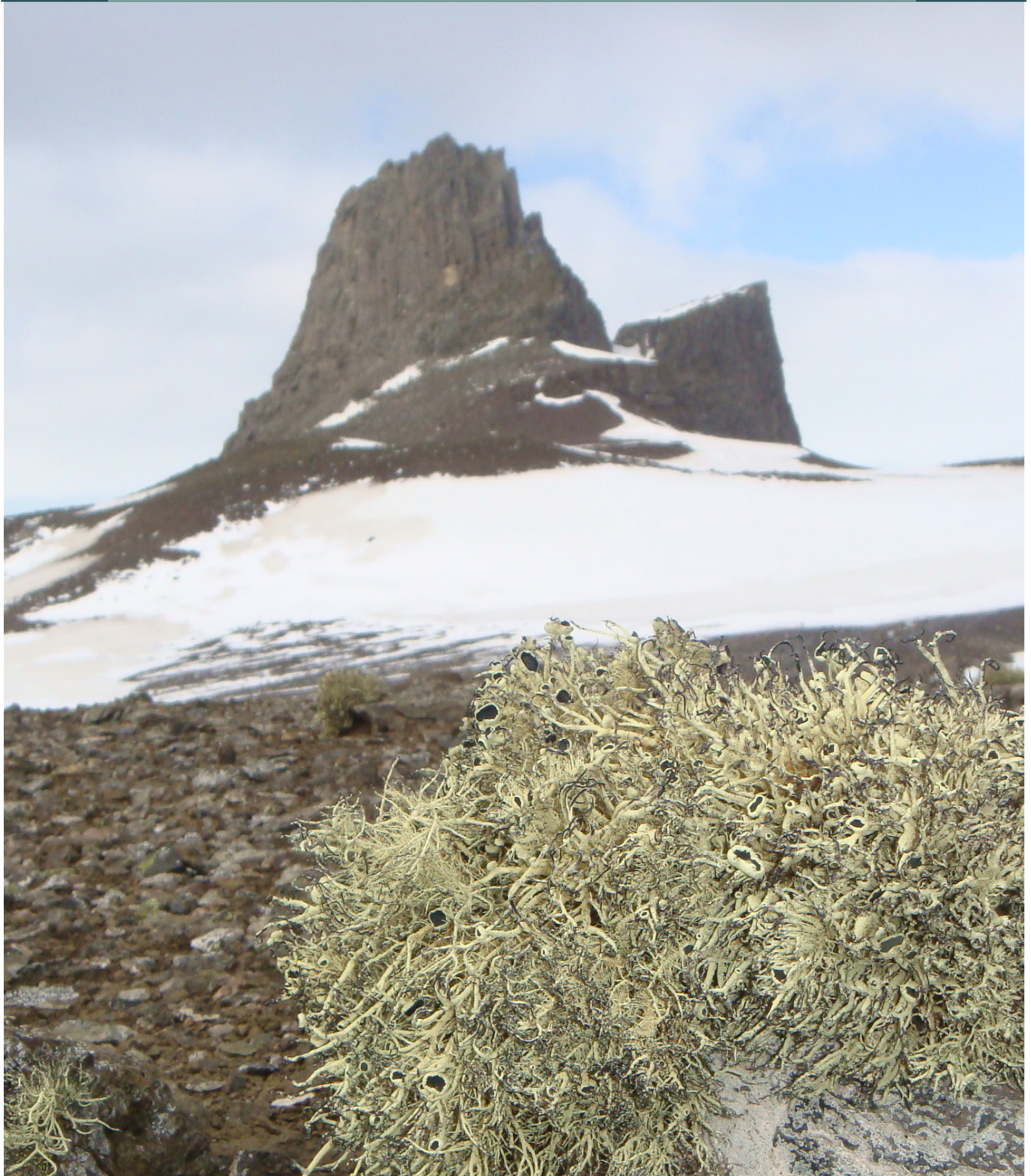
Figura 60. Colonia de ácaros en el líquen del género *Physcia*

En resumen, sobre los ácaros observados en líquenes antárticos, la especie *Alaskozetes antarcticus* es probablemente el ácaro antártico mejor estudiado, seguido de otras especies poco conocidas parecidas por su adaptación como *Rhagidia gelida*, *Halozetes crozetensis*, entre otros recorren lugares de la Península Antártica y se alimentan de algas, líquenes, hongos y detritos. Según Walter y Proctor (2013), quienes han encontrado cientos de miles de *Alaskozetes* en el alga *Prasiola crispa*, también lo han detectado en escombros de las zonas entre el ambiente terrestre y marino, en el guano de pingüinos, en nidos de pájaros, rocas y huesos en los que se observan incrustaciones de líquenes. .

Los ácaros antárticos pueden sobrevivir congelados, son tolerantes al frío y su punto de sobreenfriamiento, se encuentra por debajo de la temperatura mínima de invierno y, en los adultos, este valor tiene un promedio que es de aproximadamente -30°C . En un clima frío, ya por encima del punto de congelación, el desarrollo es muy lento. Las hembras, por lo general, acumulan de 4 a 6 huevos en sus cuerpos y las hembras adultas no producen huevos hasta el segundo año, pero pueden sobrevivir durante varios años y pueden producir varios lotes de huevos. El tiempo de generación es de, al menos, 5 años y la tasa de mortalidad se debe principalmente a aspectos como: la congelación, la desecación, el hambre y la depredación, y esta última se concentra durante las primeras etapas de desarrollo (Walter y Proctor, 2013).

CAPÍTULO 3

CATÁLOGO DE ESPECIES

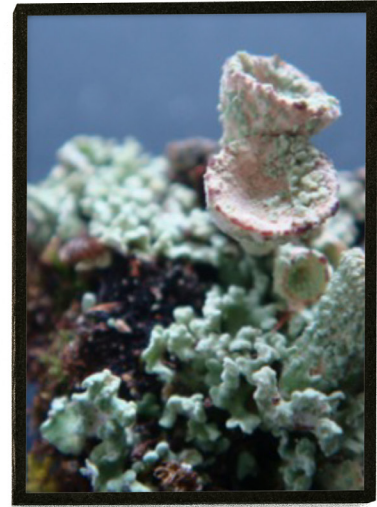


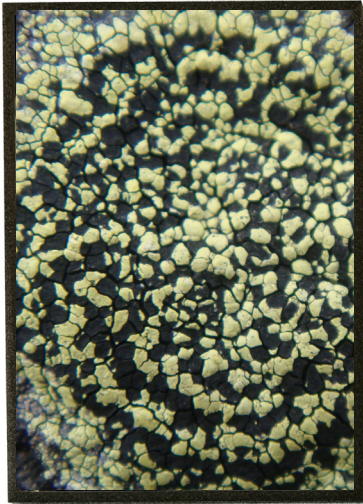
CAPÍTULO 3

CATÁLOGO DE ESPECIES

Durante décadas, los investigadores han documentado la pérdida de especies alrededor del mundo. Pero desde finales del siglo XX se ha desarrollado un conocimiento cada vez más profundo sobre cómo los procesos de transformación de hábitats conducen, inevitablemente, a la pérdida de diversidad biológica. Esto ha llevado al desarrollo de estrategias y herramientas de conservación de la biodiversidad nativa (Lozano, 2009), y una de las herramientas utilizadas son los catálogos de especies.

Los catálogos son más que un listado de especies. En ellos también se incluye información que puede ser utilizada para el estudio y conservación de cualquier grupo de especies (Jørgensen y León - Yáñez, 1999). De igual forma el catálogo de especies de la Península Antártica (HALICI, M., et al. 2023).







<p><i>Amandinea latemarginata</i> (Darb.) Søchting & Øvstedal, 2004</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Teloschistales</p>	<p>Familia: Caliciaceae Género: Amandinea Especie: <i>Amandinea latemarginata</i> (Darb.) Søchting & Øvstedal = <i>Lecanora babingtonii</i> Hook. f. et Tayl. = <i>Buellia latemarginata</i> Darb. =</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola, ornitocoprófito.</p>	<p>Metabolitos: Ácido norstíctico.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo crustoso, de color gris pardusco, mate, delgado, de 0.2 a 0.3 mm de grosor, rimoso-areolado, con areolas alargadas, orientadas radialmente en el margen, de color gris a beige, internas del prótalo delgado, pálido, margen exterior negruzco. Soredios ausentes.</p> <p>Apotecios sésiles sobre las aréolas del talo, redondeados, levemente constreñidos en su base, mate, negros, no pruinosos, generalmente planos; hipotecio pardo o pardo-rojizo oscuro, himenio de 75p de espesor (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Endémica antártica. Georgia del Sur, Islas Sandwich del Sur, Islas Orcadas, Islas Shetland del Sur, Península Antártica (hasta c. 72°8 en el sureste).</p> <p>En Isla Greenwich, la especie está presente en roquedades cercanas a la playa.</p> <p>(https://www.gbif.org/species).</p>	



***Caloplaca regalis* (Vain.) Zahlbr. (1931)**



UICN
NO EVALUADO

Taxonomía:

Reino: Hongos
Filo: Ascomicota
Clase: Lecanoromicetos
Orden: Teloschistales

Familia: Teloschistaceae
Género: *Caloplaca* Th.Fr.
Especie: *Caloplaca regalis* (Vain.) Zahlbr. (1931); *Polycauliona regalis* (Vain.) Hue



Ecología: En zonas rocosas, cerca de colonias de aves.

Metabolitos: Antraquinonas (parietinas).

Descripción:

Talo crustoso de hasta 2 cm de alto y 5 cm de diámetro, estrechamente unido al sustrato por las hifas medulares o del hipotalo, sin ricinas, efuso o efigurado en el margen, con o sin corteza, amarillo, anaranjado y raramente blanco.

Ficobionte: *Trebouxia*. Apotecios lecanorinos, redondos, sésiles, raramente inmersos, con disco de color amarillo hasta anaranjado-rojizo.

La coloración generalmente anaranjada del talo y apotecios es causada por el pigmento antraquinónico denominado parietina. (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001).

Distribución:

Endémica de la zona Magallánico – Antártico, Tierra del Fuego, Islas Falkland, Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica a 68°S.

En Isla Greenwich se encuentra en los roquedales cercanos a la playa, y sitio de anidación de los petreles.

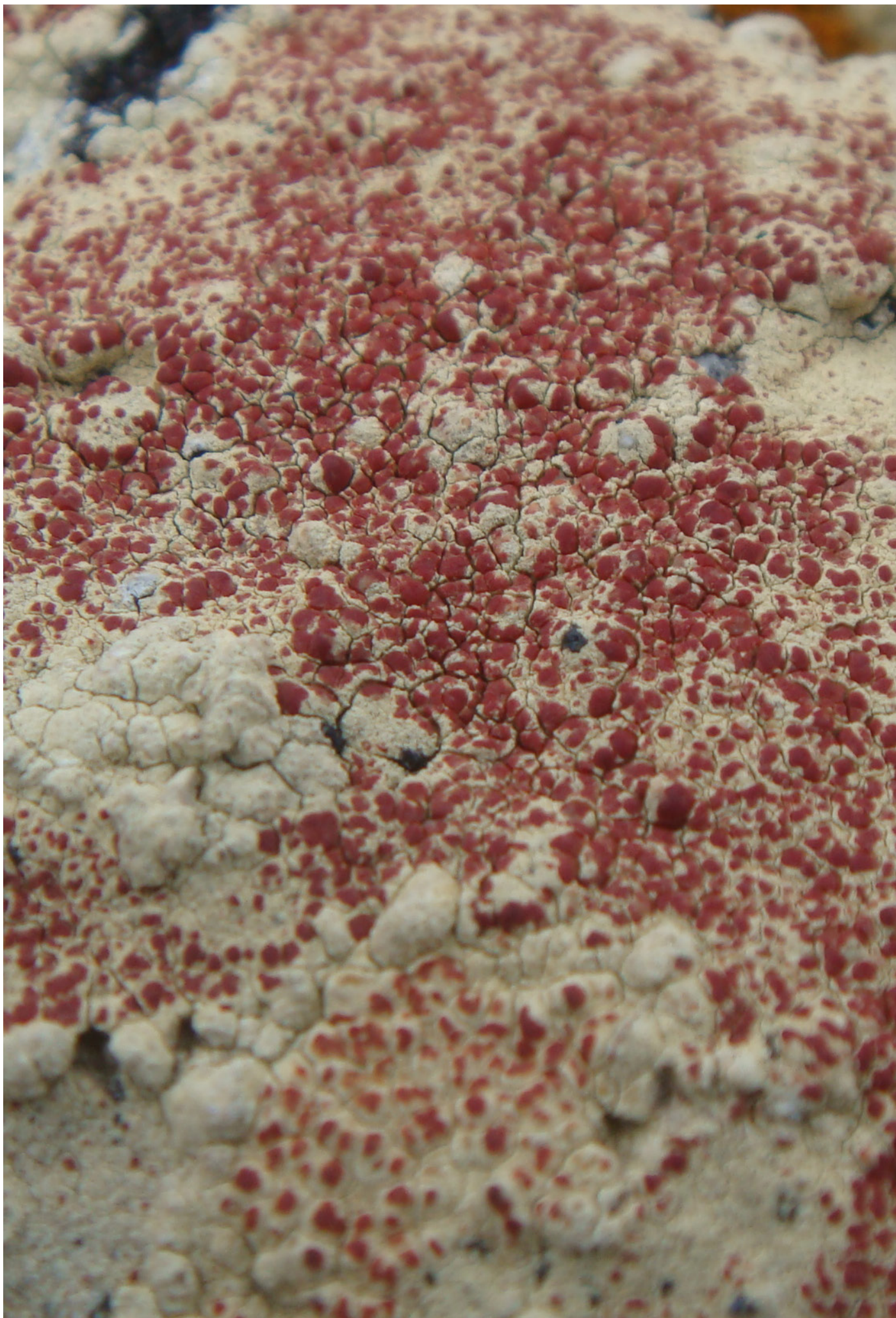
(<https://www.gbif.org/species>)


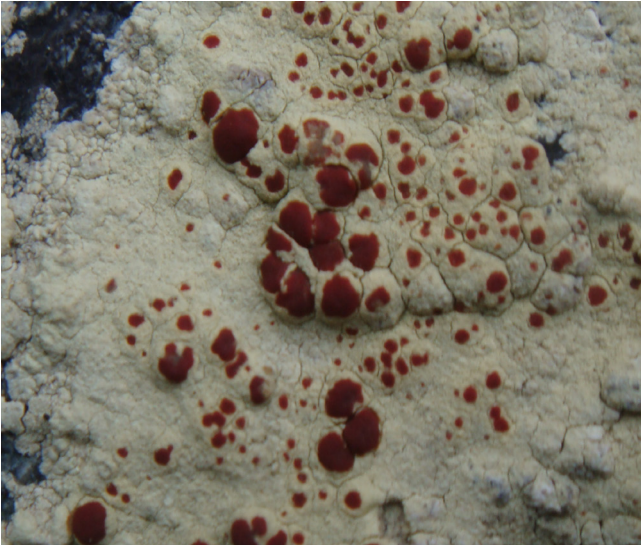



<p><i>Candelaria murrayi</i> Poelt, 1974</p>		<p>UICN</p> <p>NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Candelariales</p>	<p>Familia: Candelariaceae Género: <i>Candelaria</i> A.Massal. Especie: <i>Candelaria murrayi</i> Poelt = <i>Candelaria concolor</i> (L.) Vain. var. antarctica Murray= <i>Candelaria</i> A. Massal., 1852</p>	
		
<p>Ecología: Crece más comúnmente sobre cojines de musgo, y sobre otros líquenes</p>	<p>Metabolitos: No determinado.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo enano folioso, de color amarillo, constituido por lóbulos pruinosos, parcialmente imbricados o por lacinias que se originan de una base común, de 1 a 3 mm de altura por 0.1 a 0.3 mm de ancho, granuladas y solediosas en los bordes; corteza superior de 10 a 15 mm de espesor; corteza inferior de grosor similar, pero sin pigmentos. Apotecios y picnidios ausentes. Reacciones talinas negativas (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001; RAS ,2023).</p>	<p>Distribución:</p> <p>La especie es endémica de la Antártida, se la encuentra en Islas Shetland del Sur, cabo Hallet, tierra de Victoria. Península Antártica, Antártida continental</p> <p>En Isla Greenwich se observó en una pared de roca y musgos ubicada en la parte posterior de la estación Pedro Vicente Maldonado, así como en las formaciones rocosas de la zona de Playa.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	


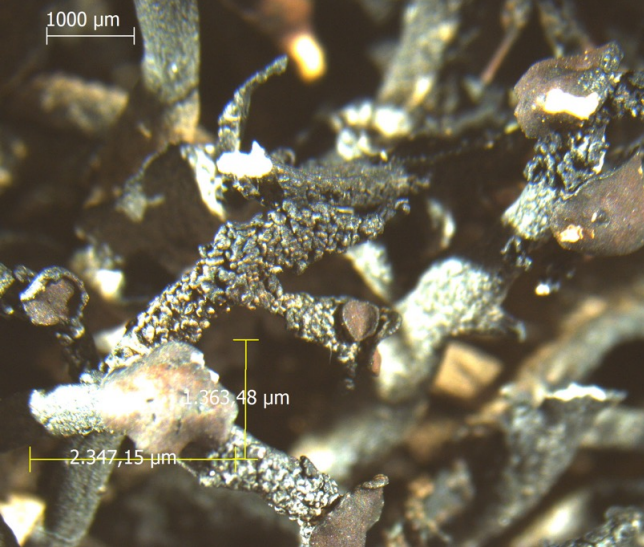
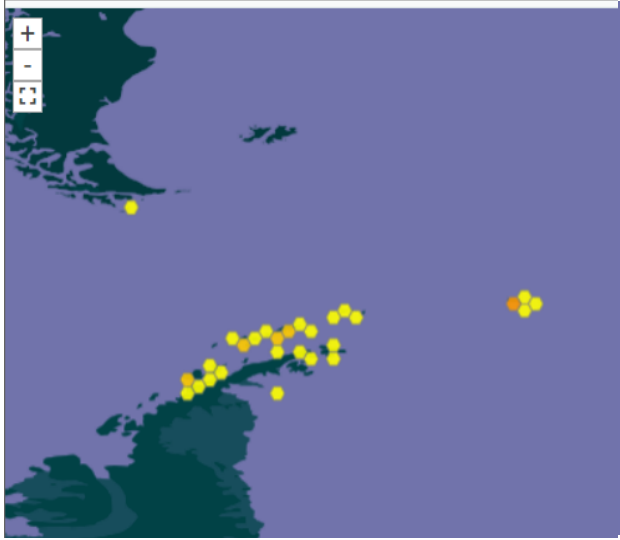


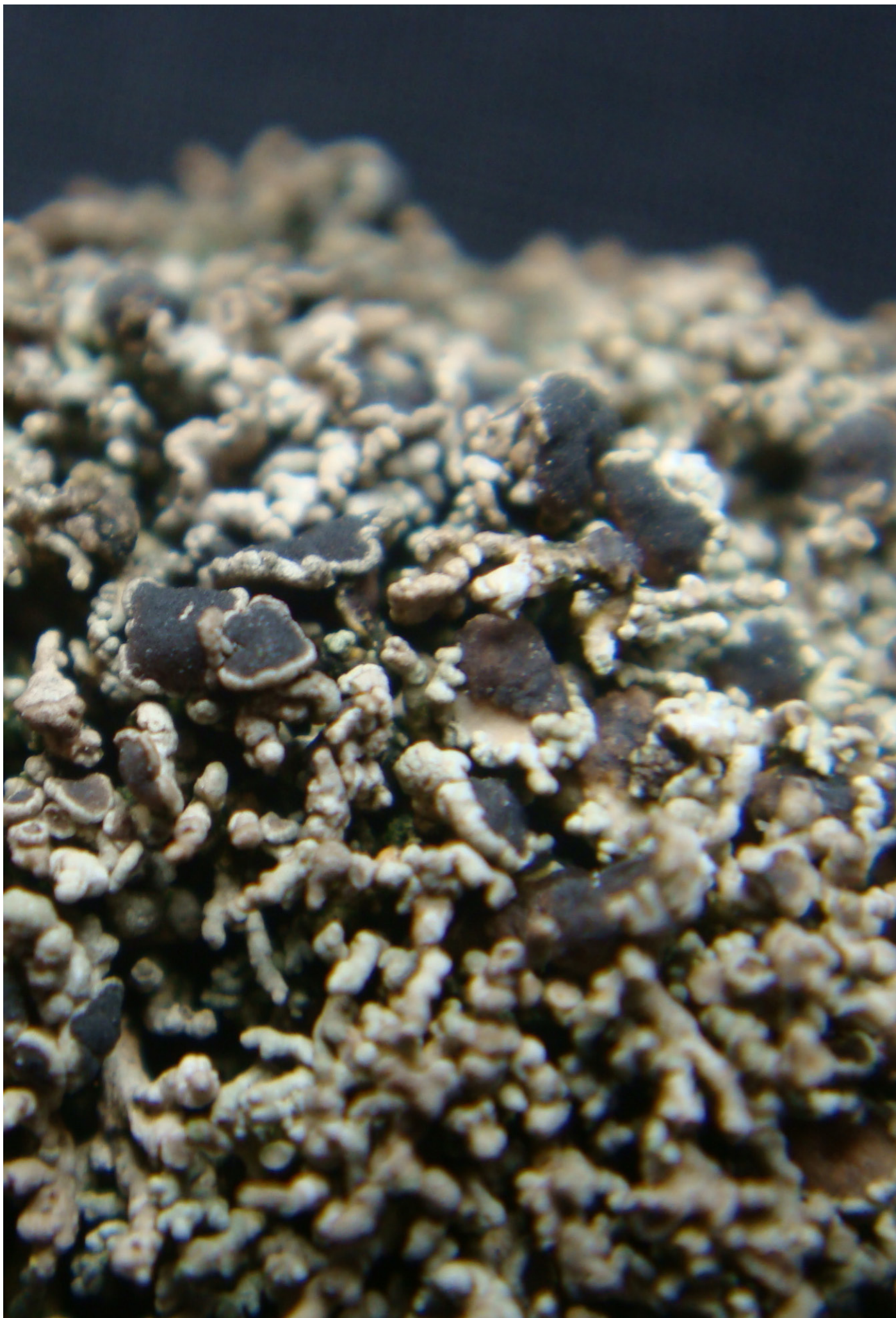
<p><i>Cladonia borealis</i> S. Stenroos, 1989</p>		<p>UICN</p> <p>NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Ascomycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Cladoniaceae Género: Cladonia Especie: <i>Cladonia borealis</i> S. Stenroos, Ann. Bot. Fenn. 26: 160, 1989 = <i>Cladonia carneola</i> var. <i>Macroscypha</i> = <i>Cladonia</i> P. Browne, 1756</p>	
		
<p>Ecología: Se encuentra generalmente en el suelo, humus y musgos (Park, Jeong, y Hong, 2012).</p>	<p>Metabolitos: Ácidos úsnico, bárbaro y 4-0-desmetilbarbático.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo primario escumuloso, proclives a ascendente, hasta 10 mm de largo, verde grisáceo en la cara superior, blanco en la inferior; escuámulas ascendentes, escasamente divididas y formando lóbulos redondeados algo crenuladas. Podocios escifosos, hasta 3 cm de altura, de color verde amarillento con manchas marrones, gradualmente acampanados, base del podocio corticada y areolada, parte superior con placas aplanadas que se desprenden a modo de propágulos vegetativos. (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001; Burgaz, 2009; RAS ,2023).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Es una especie cosmopolita que habita en zonas polares, subpolares y alpinas, se encuentra en la Antártida, Asia, Europa, Norteamérica Latina y América del Sur.</p> <p>Es una de las especies más comunes en la Antártida marítima.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



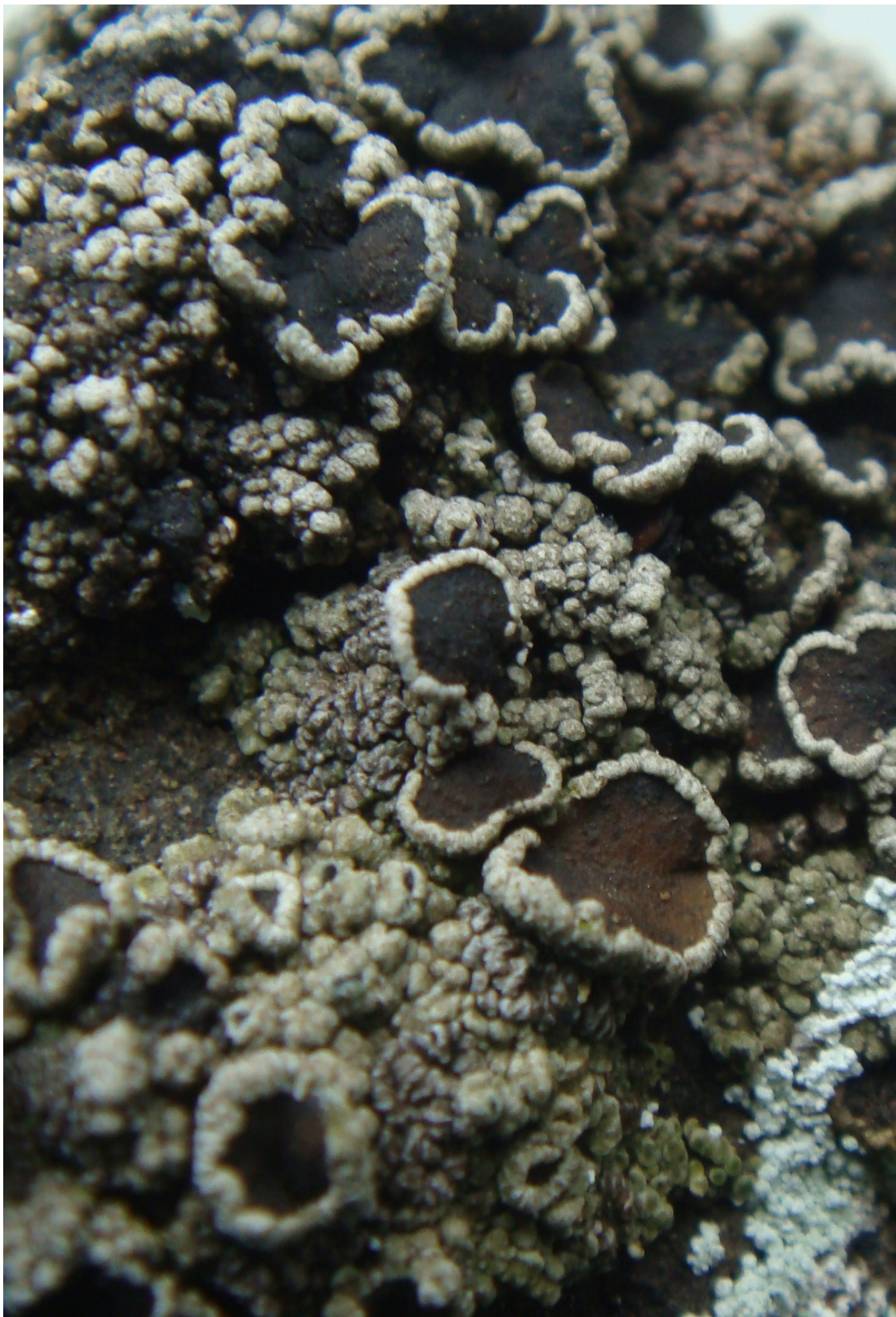
<p><i>Haematomma erythromma</i> (Nyl.) Zahlbr., 1917</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Ascomycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Haematommataceae Género: Haematomma A.Massal. Especie: <i>Haematomma erythromma</i> (Nyl.) Zahlbr.,1917;</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola, ornitocoprofita.</p>	<p>Metabolitos: Ácido placodial, ácido pseudoplacoides, artotelina, atranorina, cloratanorina, lichexantona, 6-O-metilartotelina, 2-clorlichexantona, 2,4-dicloronorlichexantona, 4,5 dicloronorlichexantona.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo crustoso blanco a gris, areolado hasta continuo, de 2 a 5 cm de diámetro, efuso, amarillo-pajizo, de 0.8 a 1.2 mm de espesor, provisto de corteza superior delgada finamente granulosa; aréolas angulares. Fotobionte: clorofíceas. Apothecios poco frecuentes, lecanorinos, con disco de color rojo intenso, redondos, inmersos o no, sésiles, hipotecio hialino, algo pardusco; ascos clavados. Reacciones talinas: reacciona ante el hidróxido de potasio tornándose amarillo (K+). rojo-anaranjado. o detención de aves marinas. (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Distribución. Patagonia austral, islas Orcadas del Sur, islas Shetland del Sur, archipiélago de Palmer. Isla Elephant, Deception, Clarence, Penguin, Islas Georgias Del Sur.</p> <p>Especie muy abundante en las islas Shetland del Sur, donde forma extensas manchas de color amarillo-pajizo sobre rocas y está asociada a sitios de anidación.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



<p><i>Himantormia lugubris</i> (Hue) IM. Lamb (1964)</p>		<p>UICN</p> <p>NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Ascomycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Ramalinaceae Género: Ramalina Ach. Especie: <i>Himantormia lugubris</i> (Hue) IM. Lamb (1964) ≡ <i>Ramalina lugubris</i> Hue</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola, muscícola, nitrófila, abundante en la mayoría de las superficies de rocas ácidas.</p>	<p>Metabolitos: Ácidos barbático y alectoriánico.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo fruticuloso, creciendo erecto sobre rocas o postrado sobre musgos, de hasta 5 cm de largo, ramificaciones aplanadas hasta de 3 cm de largo, 2 mm de ancho y 0.5 mm de grosor, de color negro, cubiertas por un manto de color arena hacia la base, mate, a levemente lustrosas, estriadas longitudinalmente. Apotecios poco frecuentes, laminares, lecanorinos; ascos y esporas no completamente desarrollados. Picnidios raros. (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Islas Georgia del Sur, islas Orcadas del Sur, islas Shetland del Sur, península antártica.</p> <p>Líquen endémico de antártica, que puede reconocerse como un líquen fruticoso por su coloración negruzca presenta una apariencia de "quemadura".</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



<p><i>Lecania brialmontii</i> (Vain.) Zahlbr., 1907</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía: Reino: Fungi Filo: Ascomycota Orden: Lecanoromycetes</p>	<p>Orden: Lecanorales Familia: Ramalinaceae Género: Lecania A.Massal, 1853 Especie: <i>Lecania brialmontii</i> (Vain.) Zahlbr., 1907</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola y ornitocoprófilo. Es común en rocas costeras, así como crecen sobre briofitas.</p>	<p>Metabolitos: No identificado.</p>	
<p>Descripción: Talo fruticoso, de ramas apiñadas, teretes, ramulosas, formando cojines de 2cm de alto y 3cm de diámetro. Ramas individuales de hasta 0,7 mm de diámetro, gris a marrón grisáceo. Apotecio terminal a subterminal, hasta 3 mm de diámetro, lecanorina. Margen talino generalmente delgado, del mismo color que el talo. Disco de color beige a negro-marrón (Rendon, 1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución: Endémica antártica. Islas Sandwich del Sur, Islas Orcadas del Sur, Sur Islas Shetland, Península Antártica, Antártida continental. (https://www.gbif.org/species)</p>	



***Lecanora epibryon* (Ach.) Ach.
(1810)**

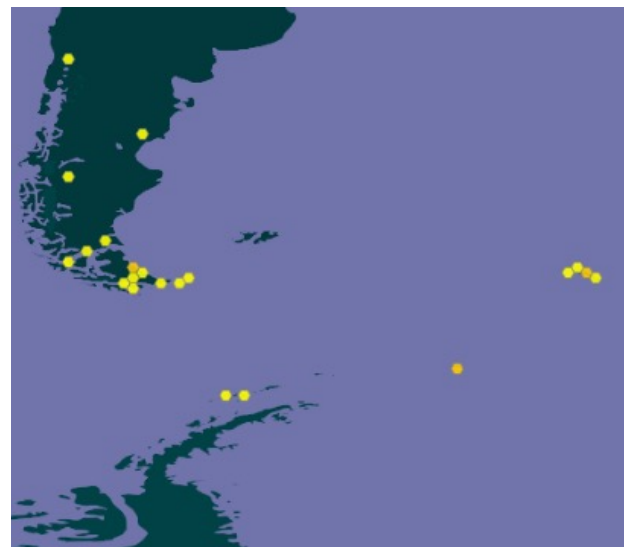
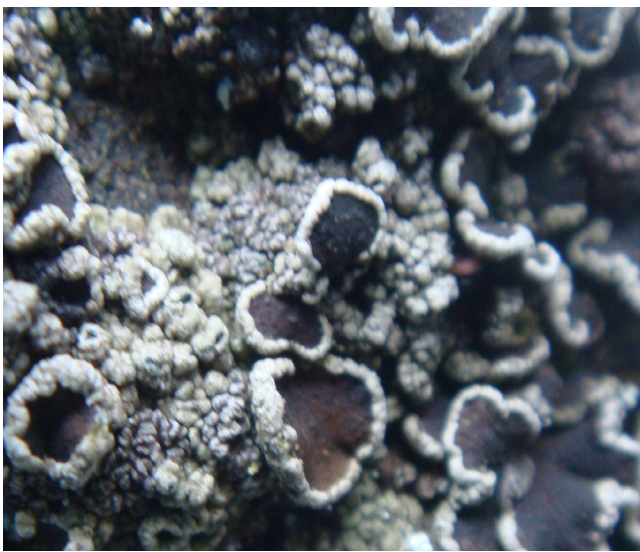


**UICN
Preocupación
Menor (LC)**

Taxonomía:

Reino: Fungi
Filo: Ascomycota
Clase: Lecanoromycetes
Orden: Lecanorales

Familia: Lecanoraceae
Género: *Lecanora* Ach.
Especie: *Lecanora epibryon* (Ach.) Ach. (1810)
= *Lecanora broccha* Nyl.



Ecología: Terrícola o briofítica, en paredes rocosas húmedas.

Metabolitos: Atranorina, ± zeorina, ± otros triterpenos.

Descripción:

Talos crustosos, uniformes, adnados, verrucosos dispersos a verruculosos o continuos, blanco amarillento a color crema o anaranjados, hasta 4cm de diámetro. Apotecios delgados, lecanorinos, de hasta 1,7 mm de diámetro, más o menos irregulares.


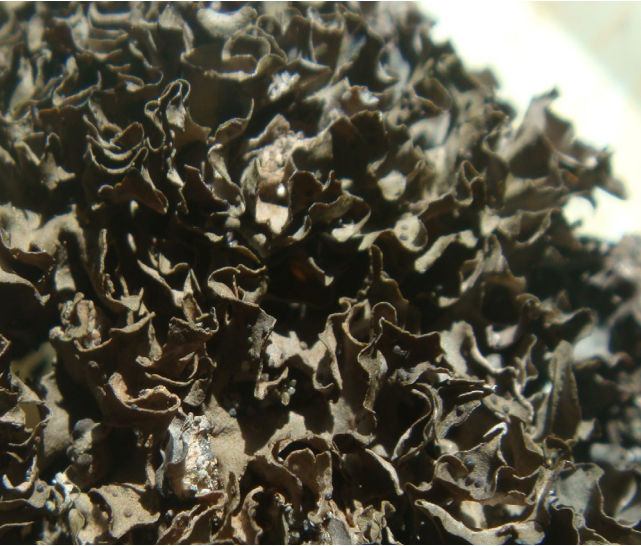
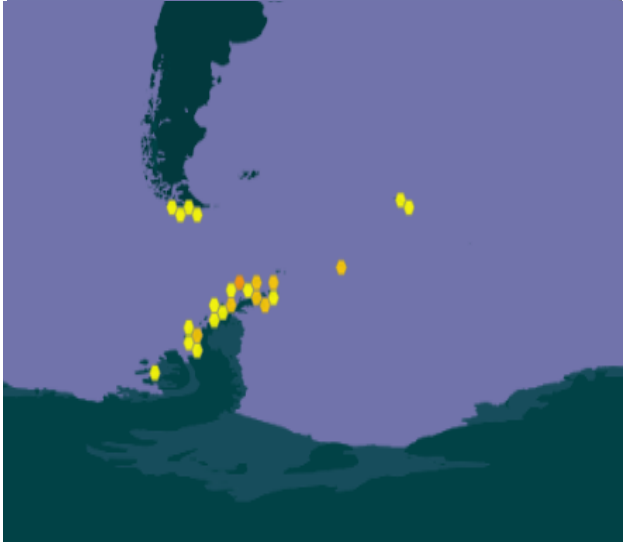
Soredios ausentes. Márgenes margen talino delgado, del mismo color que el talo, Disco plano a cóncavo, áspero, de negro a marrón negruzco. Himenio incoloro. Corteza hialina, gelatinosa, con cristales pequeños. (Rendon,1985; Lumbsch et al. 1994; Øvstedal y Smith, 2001).

Distribución:

Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Antárticas Península.

(<https://www.gbif.org/species>)



<p><i>Leptogium puberulum</i> Hue (1915)</p>		<p>UICN</p> <p>NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes</p>	<p>Orden: Peltigerales Familia: Collemataceae Género: <i>Leptogium</i> (Ach.) Gray Especie: <i>Leptogium puberulum</i> Hue (1915)</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola, sobre rocas o grava; sobre briofitas, nitrófoba.</p>	<p>Metabolitos: No determinado.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Es un líquen folioso bipartito, con la cianobacteria <i>Nostoc</i> como fotobionte. Talo folioso, delgado, hasta de 0.1 mm de grosor y hasta 4 cm de diámetro, pardo en estado húmedo y de color oliváceo oscuro en estado seco; irregularmente lobado; lóbulos densamente crispados y ápices adheridos al sustrato o ascendentes; superficie superior suave, semi lustrosa; cara inferior también suave, desnuda o provista de un fino tomento, ligeramente lustrosa. Apotecios ausentes. (Rendon, 1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Endémica antártica. Isla South Georgia, islas Orcadas del Sur, islas Shetland del Sur, península antártica, archipiélago de Palmer.</p> <p>El plomo, el color negruzco de este líquen foliáceo es por la presencia de una cianobacteria (<i>Nostoc</i>) como fotobionte.</p> <p>La especie es frecuente de las colonias de aves (ornitocóprofo).</p> <p>Se la observó sobre musgos húmedos y suelo pedregoso.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



Ochrolechia frigida (Sw.) Lyngé



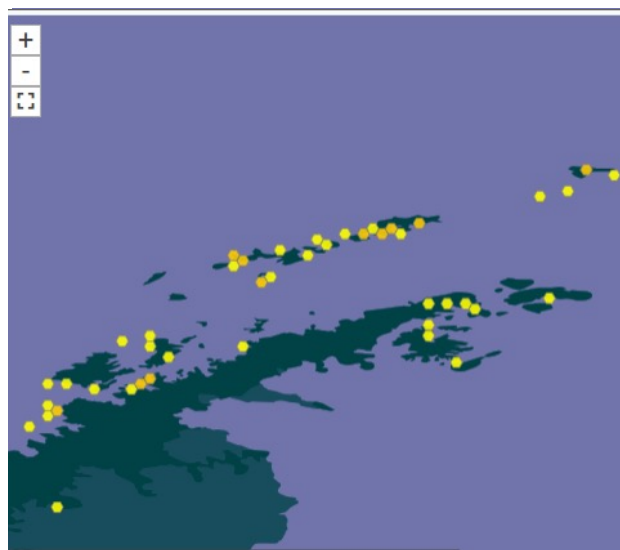
UICN

NO EVALUADO

Taxonomía:

Reino: Fungi
Filo: Ascomycota
Clase: Lecanoromycetes
Orden: Pertusariales

Familia: Ochrolechiaceae
Género: Ochrolechia A.Massal.
Especie: *Ochrolechia frigida* (Sw.) Lyngé =
Lichen frigidus Sw. = *Lecanora frigida*
(Sw.) Johnson



Ecología: Muscícola y sobre restos de plantas. Además del hábito muscícola, esta especie presenta pequeños apéndices espinosos en el talo.

Metabolitos: Ácidos girofórico y lecanórico.

Descripción:

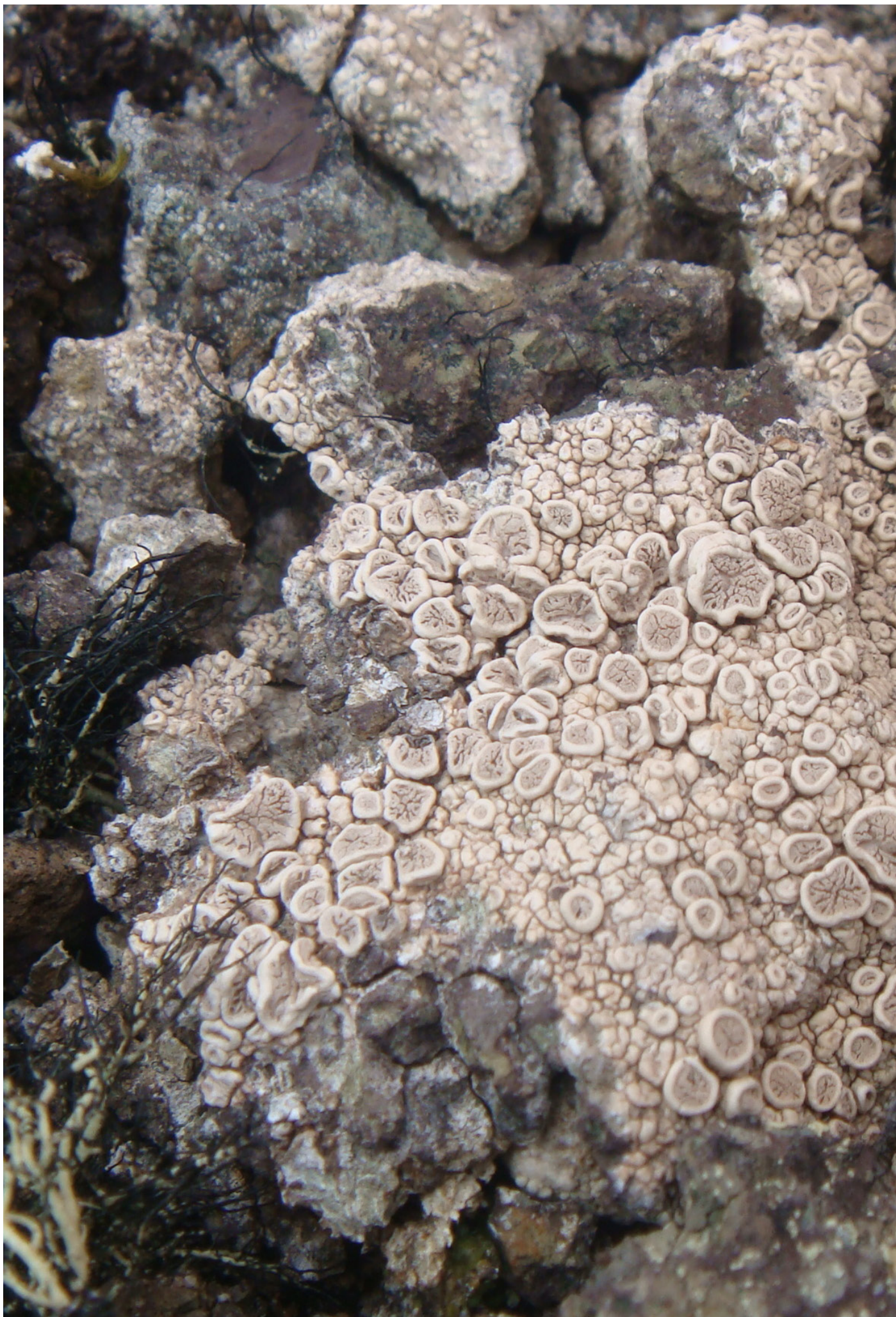
Talo crustoso de 5-7 cm de diámetro de color blanco hasta sucio, al comienzo como una delgada membrana, de la cual posteriormente se originan espinas ramificadas, de color rosáceo; las espinas originan una estructura coralina de forma regular, irregular o granulosa verrucosa.




Apotecios hasta 4mm diámetro con margen talino grueso, regular a fuertemente verrugado. Disco rosa a naranja pálido, cóncavo a plano (Rendon, 1985; Øvstedal y Smith, 2001).

Distribución:

Cosmopolita, bipolar. Presente en islas Orcadas del Sur, islas Shetland del Sur, península antártica, archipiélago de Palmer.

(<https://www.gbif.org/species>)



<p><i>Ochrolechia parella</i> (L.) A. Massal. (1852)</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía: Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes</p>	<p>Orden: Pertusariales Familia: Ochrolechiaceae Género: <i>Ochrolechia</i> A.Massal. Especie: <i>Ochrolechia parella</i> (L.) A. Massal. (1852)</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola. <i>Ochrolechia parella</i> crece sobre rocas, mientras que <i>O. frigida</i> se encuentra sobre musgos. Proporciona colores rojizos, rosados, malva y fucsias.</p>	<p>Metabolitos: Ácidos girofórico, variolárico, ± alectorónico.</p>	
<p>Descripción: Talo crustoso, rimoso, efuso, generalmente grueso, blanco a ocre pálido, hasta 10 cm de diámetro. Apotecios lecanorinos, semiesféricos y deprimidos hasta sésiles, de 3 a 4 mm de diámetro, con borde talino grueso y prominente, plegado radialmente, finalmente ondulado, desnudo; disco de igual color que el talo, plano, pardo, desnudo y escabroso. Ascosporas 4-8. Ascosporas simples, incolores, 60-100 x 30-60 μm. (Rendon, 1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución: Bipolar. Norte de Europa, Norteamérica, Islas Malvinas. En Antártica: Georgia del Sur, Bouvetoya, Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica (costa este y James Ross I) islas Shetland del Sur, archipiélago de Palmer. (https://www.gbif.org/species)</p>	



***Parmelia saxatilis* (L.) Ach. (1803)**



UICN
Preocupación Menor (LC)

Taxonomía:

Reino: Fungi
Filo: Ascomycota
Clase: Lecanoromycetes

Orden: Lecanorales
Familia: Parmeliaceae
Género: *Parmelia* Ach.
Especie: *Parmelia saxatilis* (L.) Ach. (1803)



Ecología: Paredes rocosas secas a húmedas y grandes cantos rodados, suelos pedregosos y briofitas.

Metabolitos: Atranorina y ácidos salazínicos.

Descripción:

Talo adnatos, folioso de 10 a 15 cm, de diámetro, lobulados, color variable, de gris a marrón, ocasionalmente amarillo grisáceo. Lóbulos irregularmente ramificados, de hasta 7 mm de ancho, Superficie superior lisa o arrugada, de 2-4 mm de ancho, ápices truncados superficie superior: gris (a marrón en hábitats expuestos), lisa a foveolado, brillante pruinose, a veces blanco, llegando a ser agrietado a lo largo prominente, con una red ± fina de pseudocifelas, generalmente con isidia que son del mismo color que el talo. Superficie inferior negruzco, con rizinas negras irregularmente ramificadas. Soredios y pústulas ausentes raquídeo: blanco con capa continua de algas Apotecios: raro (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001).




Distribución:

Cosmopolita. Antártida: Georgias del Sur (muy rara), Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica.


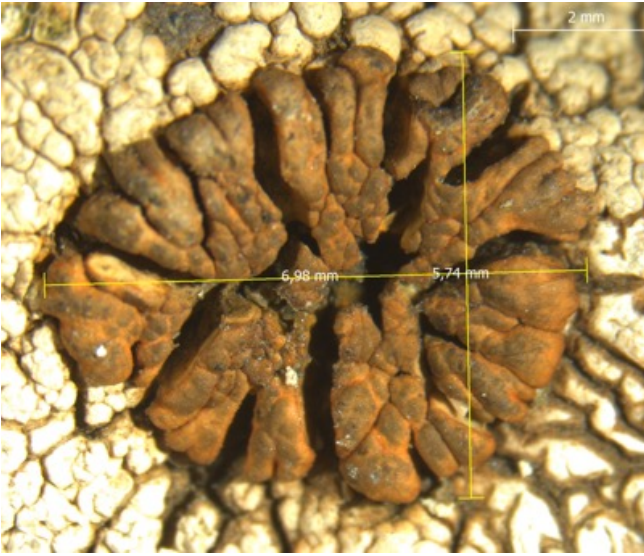

En isla Greenwich se observó creciendo junto a otros líquenes como *Sphaerophorus globosus*, *Stereocaulon* sp., *Umbilicaria antártica*.

(<https://www.gbif.org/species>)






<p><i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Furnr. (1839)</p>		<p>UICN Preocupación Menor (LC)</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes</p>	<p>Orden: Teloschistales. Familia: Physciaceae. Género: <i>Physcia</i> (Schreb.) Michx. Especie: <i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Hampe ex Fűrnr.(1839)</p>	
		
<p>Ecología: En rocas secas ácidas y calcáreas; también frecuentemente en musgo en paredes rocosas, cornisas y en suelos de grava.</p>	<p>Metabolitos: Atranorina y Zeorina.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo folioso, hasta 4 cm de diámetro, fusionándose para formar colonias más grandes, más o menos pegado al sustrato, con lóbulos de 0.6-1 mm, grises, maculados, con pruina blanca o azulada, hasta c. 1 mm de ancho, sorediado. Soralia capitada. Los soralios son numerosos, de hasta 2 mm de diámetro, gris-azulados, Los apotecios suelen ser raros, con el disco de hasta 2 mm, negro, pero con pruina.</p> <p>Superficie inferior de blanquecina a negra, con rizinas de color blanquecino a negro. Apotecios raros, c. 0,5 mm de diámetro, margen prominente, concolor con talo; disco negro pizarra. Ascosporas c. 18 x 8 m. (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Cosmopolita. Antártida: Georgias del Sur, Bouveteya, Sur Sándwich, Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica, Antártida continental.</p> <p>A menudo asociado con <i>Xanthoria candelaria</i> y <i>X. elegans</i> y <i>Candelaria murrayii</i>.</p> <p>Esta especie es la huésped del hongo <i>Polycoccum pulvinatum</i>. Es resistente a la polución.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



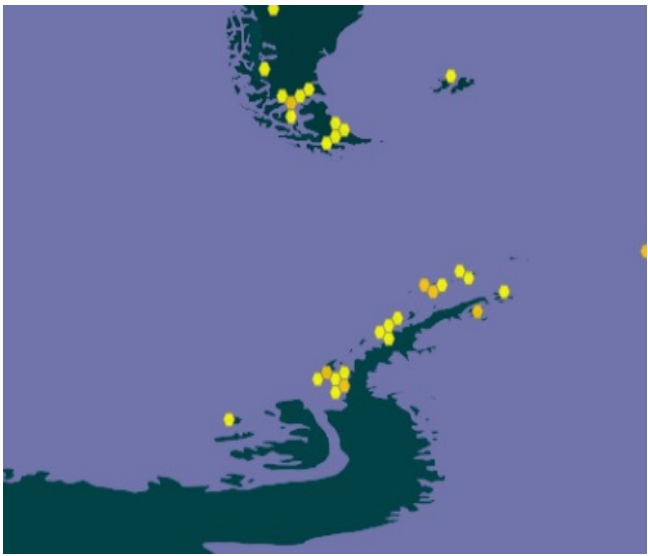


<p><i>Placopsis antarctica</i> D.J.Galloway, R.I.L.Sm. & Quilhot</p>		<p>UICN</p> <p>NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes</p>	<p>Orden: Agyriales Familia: Agyriaceae Género: Placopsis Especie: <i>Placopsis antarctica</i> D.J.Galloway, R.I.L.Sm. & Quilhot</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola, nitrófoba.</p>	<p>Metabolitos: Alpha tocopherol.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Tallo folioso de hasta 3 mm de grosor y hasta 10 (-20) de diámetro, de color rosa pálido cuando está húmedo, de color blanquecino a ocre pálido cuando está seco. Los lóbulos son convexos, típicamente de 0,5 a 1,0 mm. diámetro.</p> <p>El fotobionte en la parte blanca del talo es un alga cocoide verde, cuyas células son globosas, de 8 a 10 μm de diámetro. Las cefalodias son submarginal a central, dispersos, orbiculares de 2 a 8 (-15) mm de diámetro, sésiles, extendidos sobre el talo, globosos al principio, que pronto se convierten en conglomerados-convolutos, hasta plicados y se rompen en estructuras similares a islas separadas por grietas profundas cuando maduro.</p> <p>El color del cefalodio es violeta azulado, translúcido cuando está mojado. el color se vuelve a marrón rosado pálido a leonado cuando está seco (Weiss, & Orekhova, 2020).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Endémico de la Antártica. Islas Orcadas del Sur, islas Shetland del Sur, península antártica.</p> <p><i>Placopsis antarctica</i> y <i>P. contortuplicata</i> son especies muy parecidas, pero solo las primeras que producen soredios. Ambos comparten el mismo grupo de fotobiontes y están liquenizados con dos especies estrechamente relacionadas, <i>Stichococcus antarcticus</i> y <i>Stichococcus allas</i>.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



<p><i>Placopsis contortuplicata</i> I.M. Cordero (1947)</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Reino: Hongos Filo: Ascomycota Clase: Ascomicetos Orden: Agyriales</p>	<p>Familia: Trapeliáceas Género: <i>Placopsis</i> Especie: <i>Placopsis contortuplicata</i> I.M. Cordero (1947).</p>	
		
<p>Ecología: Frecuente en los márgenes de franjas de piedra.</p>	<p>Metabolitos: Acido girofórico.</p>	
<p>Descripción: Talo folioso, hasta 3 mm de grosor y hasta 10 (-20) cm diam, rosa pálido cuando está húmedo, blanquecino a ocre pálido cuando está seco. Lóbulos individuales en el margen generalmente confluentes e indistintos, separados solo por pliegues. Parte interna del talo contorsionado-verrucosa a cerebriforme. Cephalodios rojo-marrón (rojo cuando está mojado), hasta 4 mm de diámetro, Apothecia sésil, a 4 mm de diámetro, margen talino bien desarrollado, concoloroso con talo, disco cóncavo, escarlata a marrón rojizo. (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución: En la zona Antártica en las islas Georgia del Sur, Bouveteya, Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica. (https://www.gbif.org/species)</p>	



<p><i>Psoroma cinnamomeum</i> Malme, 1925</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Ascomycotina</p>	<p>Orden: Lecidiaceae Familia: Pannariaceae Género: <i>Psoroma</i> Especie: <i>Psoroma cinnamomeum</i> Malme, 1925</p>	
		
<p>Ecología: En suelos húmedos y crece sobre briofitas.</p>	<p>Metabolitos: No determinado.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo escamoso, con escamas de hasta 4 mm de largo por 2.5 mm de ancho, pardo-rojizo en varias tonalidades, formando una costra continua hasta de 3,5 cm de diámetro, con bordes crenulados. Corteza superior bien desarrollada, constituida por hifas verticales; corteza inferior formada por células menos gelatinizadas que las de la corteza superior.</p> <p>Cefalodios de color marrón oscuro, pequeñas, formando racimos entre las escamas y debajo de los apotecios. Apotecios lecanorinos, en las escamas hasta 3 mm de ancho, los juveniles en forma de urna y con grueso margen talino, cuando maduros levemente cóncavos, con disco de color marrón-rojizo. (Rendon,1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Extremo sur de América del Sur. Antártida: Georgias del Sur, Islas Orcadas, Islas Shetland del Sur, Península Antártica.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



***Ramalina terebrata* Hook.f. & Taylor, 1844**



UICN
NO EVALUADO

Taxonomía:

Reino: Fungi
Filo: Ascomycota
Clase: Lecanoromycetes
Orden: Lecanorales

Familia: Ramalinaceae
Género: *Ramalina* Ach.
Especie: *Ramalina terebrata* Hook.f. & Taylor



Ecología:

En acantilados costeros y grandes en la zona de playa y en roca de lava. Es ornitocoprófita

Metabolitos: Ácido úsnico.

Descripción:

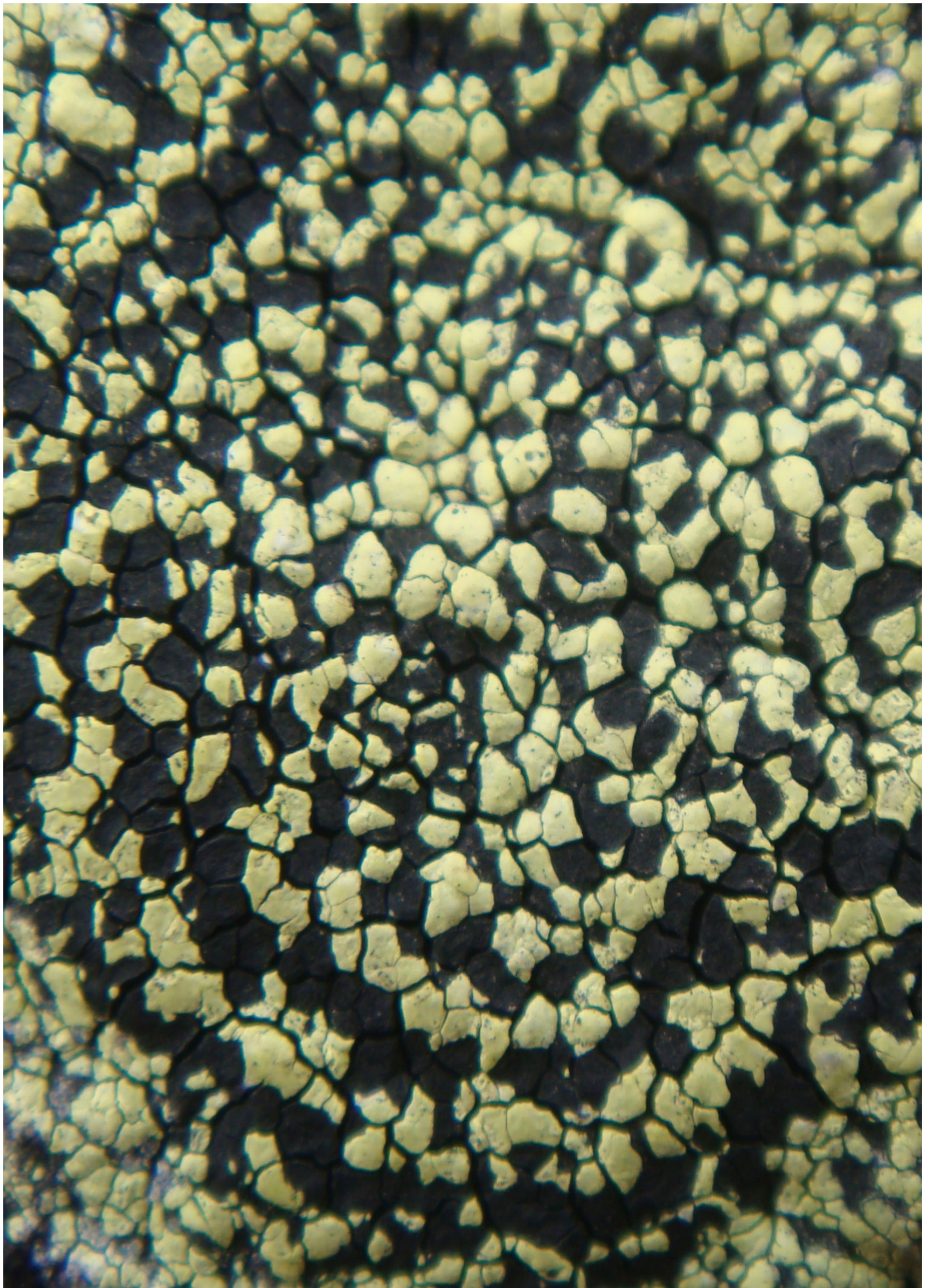
Talo fruticuloso, de color amarillo-verdoso ramas de 5-7cm de largo, compuesto de lacinias planas, simples o ramificadas, provisto de seudocifelas que se transforman en soralios granulados o harinosos, los que, al desprenderse, originan perforaciones; adherido al sustrato por un disco basal indiferenciado. (Rendon, 1985; Øvstedal y Smith, 2001).



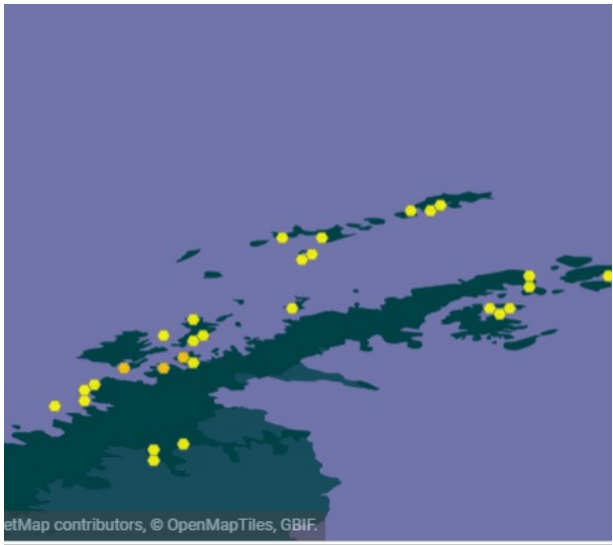
Distribución:

Islas Georgias del Sur (muy rara), Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica (hasta c. 67°S).



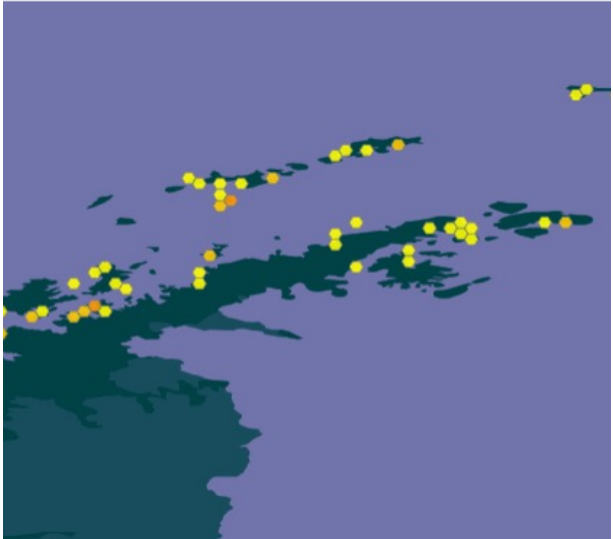
Se encuentra también cerca de colonias de aves y asociadas con otros líquenes ornitocoprófilos como *Caloplaca* spp., *Physcia* spp., *Cantoría* spp. y *Usnea* antártica.

(<https://www.gbif.org/species>)



<p><i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Rhizocarpaceae Género: <i>Rhizocarpon</i> Ramond ex DC. Especie: <i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC</p>	
	 <p>etMap contributors, © OpenMapTiles, GBIF.</p>	
<p>Ecología: Saxícola, sobre rocas ácidas. abundante en paredes rocosas secas expuestas, y sobre cantos rodados</p>	<p>Metabolitos: Ácido rizocárpico, ácido psorómico y, generalmente, ácido girofórico</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo crustoso, areolado; varios de ellos a menudo fusionados para formar una colonia continua de hasta 20 o más cm de ancho, de color amarillo intenso hasta amarillo-verdoso; hipotalo negro presente y algunas veces muy conspicuo en los bordes o entre las aréolas.</p> <p>Apotecio lecideíno, de 0.3 a 1.5 mm de diámetro, distribuidos entre aréolas angulares hasta redondeados negro, plano con un margen propio ligeramente sobresaliente cuando es joven, convexo con excluidos margen cuando sea viejo (Rendon, 1985; Øvstedal y Smith, 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Cosmopolita en zonas más frías. Antártida: Georgia del Sur, Bouveteya, Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica, y Antártida continental.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



<p><i>Rhizoplaca aspidophora</i></p>		<p>UICN</p> <p>NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Lecanoraceae Género: Lecanora Ach. Especie: <i>Lecanora aspidophora</i> Vain. Sinónimo= <i>Rhizoplaca aspidophora</i></p>	
		
<p>Ecología: Sobre superficies rocosas en asociación con especies de <i>Buellia</i>, <i>Caloplaca</i> y <i>Xanthoria</i>. Es un líquen ornitocoprofilo</p>	<p>Metabolitos: Ácido úsnico, zeorina, ± rangiformico, norrangiformico y 1-2 no identificados ácidos grasos.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo folioso, débilmente lobulado, constituido por aréolas de 0.2 a 0.4 (- 0.6) mm de diámetro, convexas, redondas, dispersas, a menudo fusionados de color amarillo pajizo, adheridas al sustrato por un gonfo. Apotecios lecanorinos, del 1 a 3 (- 5) mm de diámetro, peltados, algunas veces lobulados, los apotecios son tan grandes que pueden esconderse el talo estipitados, con estípites de hasta 7 mm de altura, borde entero no prominente, disco de color amarillo-pajizo hasta ocráceo-ante, plano y luego convexo (Redón 1985, Øvstedal & Lewis Smith 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Endémica de antártica. Islas Orcadas, Islas Shetland del Sur, Península Antártica Islas Oreadas del Sur, Islas Shetland del Sur.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



Rhizoplaca melanophthalma
(DC.) Leuckert

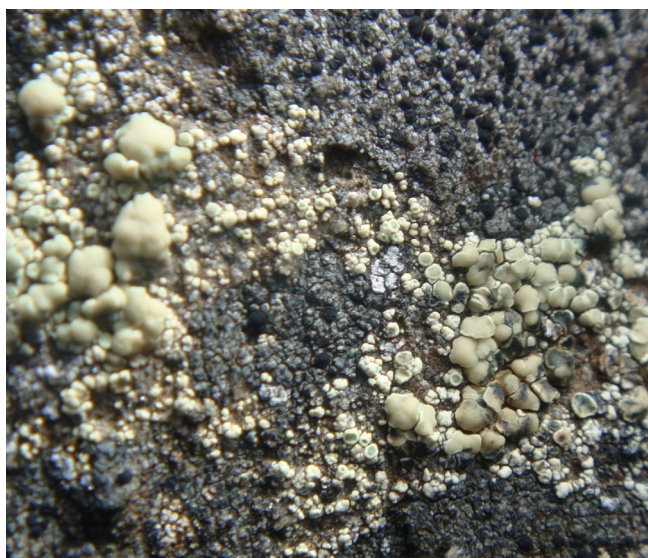


UICN
Preocupación
Menor (LC)

Taxonomía:

Reino: Fungi
División: Ascomycota
Subdivisión: Pezizomycotina
Clases: Lecanoromycetes
Orden: Lecanorales

Familia: Lecanoraceae
Género: *Rhizoplaca*
Especie: *Rhizoplaca melanophthalma* (DC.)
Leuckert & Poelt Synonym *Lecanora fuscobrunnea* C.W. Dodge & G.E. Baker



Ecología: Saxícola.

Metabolitos: Ácido úsnico, (ácido psorómico presente o ausente: raramente con ácido placodiólico (Brodo et al. 2001; Øvstedal & Lewis, 2001).

Descripción:



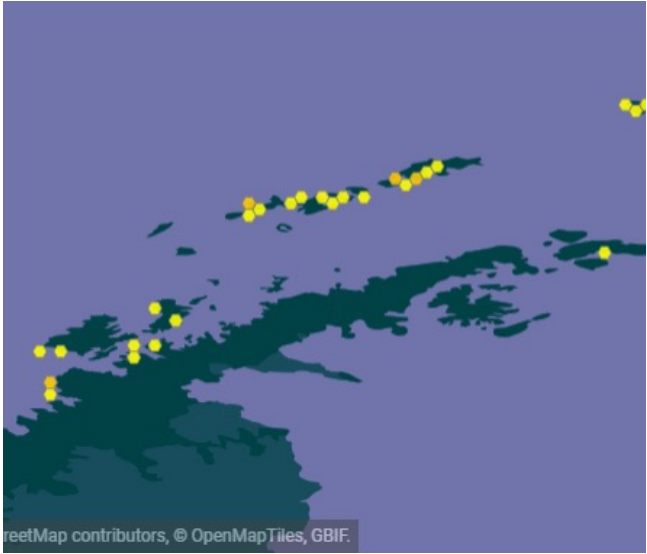
Talo amarillo, amarillo verdoso, verde-grisáceo a negro (en hábitat muy expuestos), negro verdoso en los márgenes, frecuentemente brillante, diseccionado y débilmente lobulado, de 4-25 mm diámetro, Apotecia lecanorina, abarrotado, a menudo oscureciendo completamente el talo, hasta 3 mm de diámetro. El color varía de amarillo verdoso pálido a marrón negruzco (Øvstedal & Lewis, 2001)

Distribución:

Especie de distribución bipolar, en zonas templadas y frías del hemisferio norte. En el hemisferio sur la especie es conocida del cono sur de Sudamérica. Antártida: Georgias del Sur, Bouveteya, Islas Sandwich del Sur, Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica, Antártida continental y la Península Antártica (Øvstedal & Lewis, 2001).

(<https://www.gbif.org/species>)



<p><i>Sphaerophorus globosus</i> (Huds.) Vano. (1903)</p>		<p>UICN NO EVALUADO NE</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes</p>	<p>Orden: Lecanorales Familia: Sphaerophoraceae Género: Sphaerophorus Pers. Especie: <i>Sphaerophorus globosus</i> (Huds.) Vain</p>	
	 <p>reefMap contributors, © OpenMapTiles, GBIF.</p>	
<p>Ecología: Paredes rocosas cubiertas de musgos.</p>	<p>Metabolitos: Ácido escuamático, esferoforina; ácido escamoso, Ácidos tamnólicos, esferoforina</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo fruticoso, que crece en mechones. formando grupos de hasta 20 cm de diámetro y 5-7 cm de altura, anaranjado o pardusco, fuertemente ramificado (ramificado simpodial), con ramas principales de hasta 2 mm de diámetro, naranja- marrón arriba, blanquecino abajo (Redón 1985, Øvstedal & Lewis Smith 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Cosmopolita. En Antártica se encuentra en las Islas Oreadas del Sur, islas Shetland del Sur, península antártica.</p> <p>Extendido en el hemisferio norte ártico templado, Azores, sur de América del Sur, Islas Malvinas</p> <p>Observaciones En isla Greenwich se observó una gran área ocupada por esta especie, en las rocas ubicadas tras la Estación PEVIMA</p> <p>Las ramas se vuelven azuladas cuando se exponen a la luz UV.</p> <p>https://www.gbif.org/species</p>	


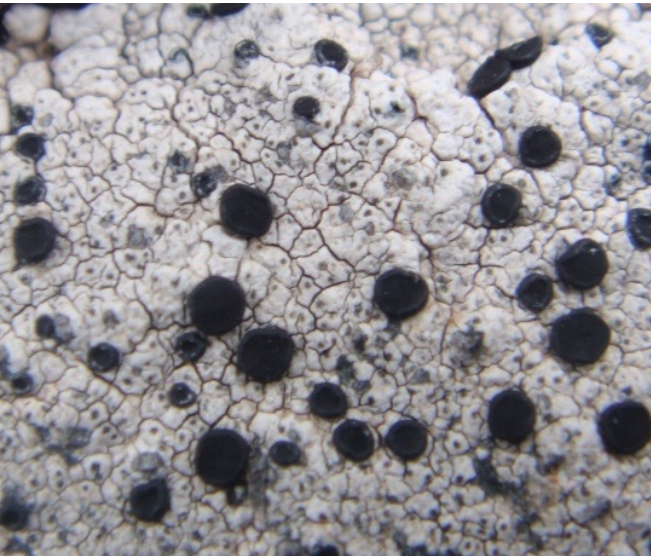



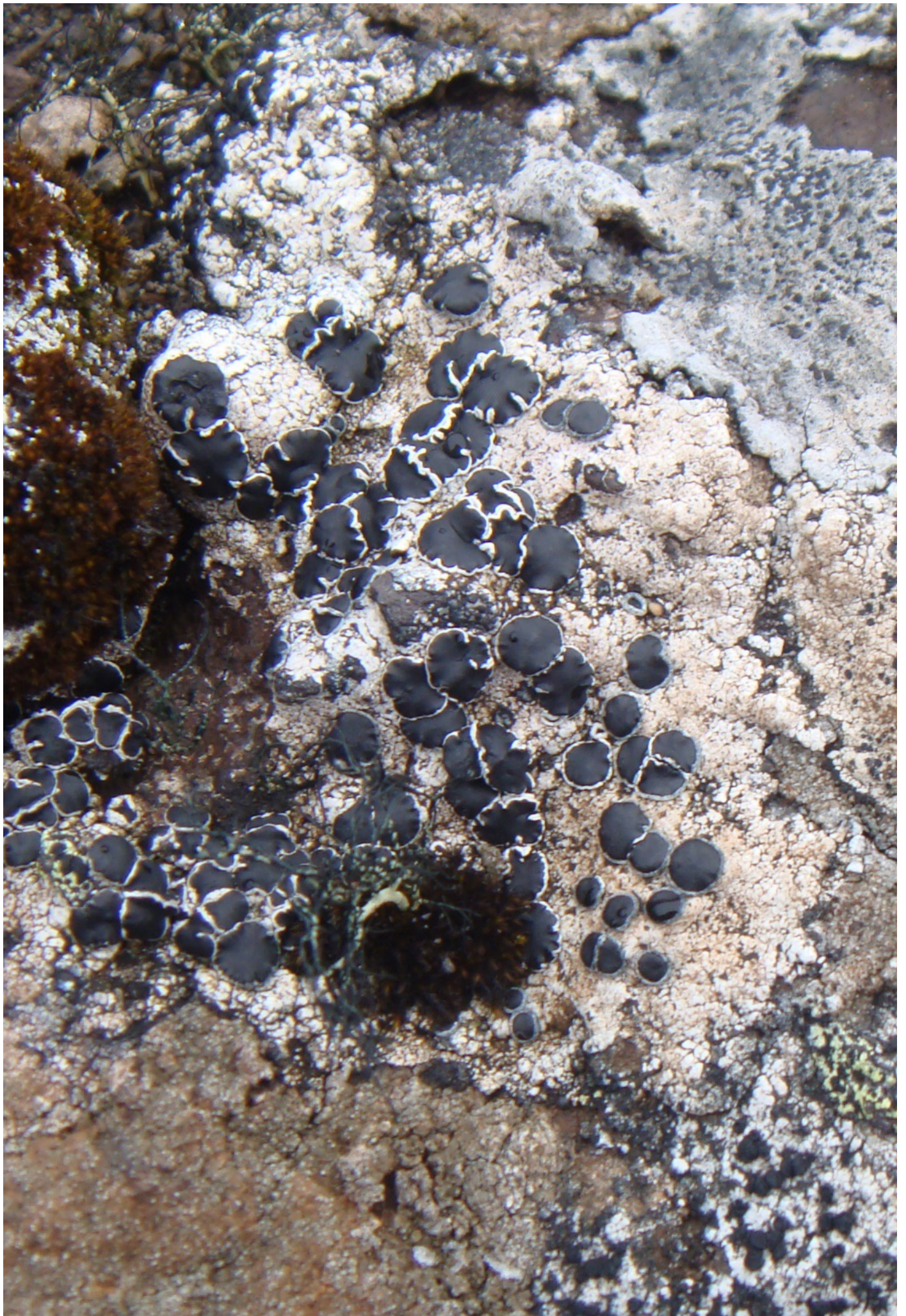
<p><i>Stereocaulon alpinum</i> Laurer ex Funck, 1827</p>		<p>UICN</p> <p>NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi División: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Stereocaulaceae Género: Stereocaulon Especie: <i>Stereocaulon alpinum</i> Laurer ex Funck, 1827</p>	
		
<p>Ecología: Sobre suelo y briofitas.</p>	<p>Metabolitos: Atranorina y ácido lobárico.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo fruticuloso, constituido por pseudopodecios erectos o postrados, hasta de 5 cm de altura, ramificado anisotómicamente, de color blanco, cubierto parcial o totalmente de un tomento gris esponjoso y grueso.</p> <p>Cefalodios que contiene Nostoc, pequeña, marrón, fisurada a parecido a una coliflor, hasta de 1 mm de diámetro, filocladios de color blanco, en forma de verrugas hasta coraloides (Redón 1985, Øvstedal & Lewis Smith 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Distribución:</p> <p>Bipolar. En Antártico se encuentra en Georgia del Sur, Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica (hasta 68°S).</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



<p><i>Stereocaulon caespitosum</i> Redginger (1936)</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi División: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Stereocaulaceae Género: Stereocaulon Especie: <i>Stereocaulon caespitosum</i> Redginger (1936) = <i>Gymnocaulon caespitosum</i> (Redinger) P.A Duvign</p>	
		
<p>Ecología: Sobre terreno pedregoso.</p>	<p>Metabolitos: Atranorina, ácidos fumarprotocetrarico y protocetrarico.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo de varios cm de diámetro y 2-5 mm de altura. talo primario blancas, delgadas, abultadas o aplanadas con grietas. Pseudopodetia emergiendo al principio como papilas semiglobulares, volviéndose teretes a aplanadas, muy divididas en partes superiores, corticadas, a menudo agrietadas, ligeramente expandidas en la parte superior y allí estaba tan agrietado que parecía toscamente dolorido.</p> <p>Filocladia ausente. Cefalodia saculada, entre bases de pseudopodecios, de color marrón oscuro, con una cerebriforme a una superficie casi lisa. (Øvstedal & Lewis Smith 2001; So et al.,2023).</p>	<p>Distribución: Nueva Zelanda, Tasmania. Antártida: Georgia del Sur (raro). Isla Robert presenta una población abundante.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



<p><i>Tephromela antarctica</i> Øvstedal, 2001</p>		<p>UICN</p> <p>NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: <i>Ascomycota</i> Clase: Lecanoromycetes</p>	<p>Orden: Lecanorales Familia: Tephromelataceae (Micoblastáceae) Género: <i>Tephromela</i> Especie: <i>Tephromela antarctica</i> Øvstedal, 2001</p>	
		
<p>Ecología: Corticícola, lignícola, nitrófila.</p>	<p>Metabolitos: No determinado</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo efuso, areolado, bullado, blanco lechoso, de 2 a 3 cm de diámetro, hasta 1 mm de espesor (Fig. 45).</p> <p>Talo en transecto vertical con un paraplectenquimatoso corteza, de 15 a 20 µm de espesor, debajo una médula compacta con algas dispersas. Apothecios sésiles, de hasta 2 mm de diámetro, margen talino prominente, Concoloro con el talo, disco plano, negro y rugoso.</p> <p>Himenio 60-70 µm de alto, marrón (-violeta) en la parte superior. Hipotecio de color marrón pálido. (Redón 1985, Øvstedal & Lewis Smith 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Endémica antártica. Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur.</p> <p>Comentario: Este taxón se diferencia de <i>T. atra</i> en varios caracteres: color y altura del himenio, diámetro de las células terminales de las paráfisis, tamaño de las esporas y productos del líquen.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



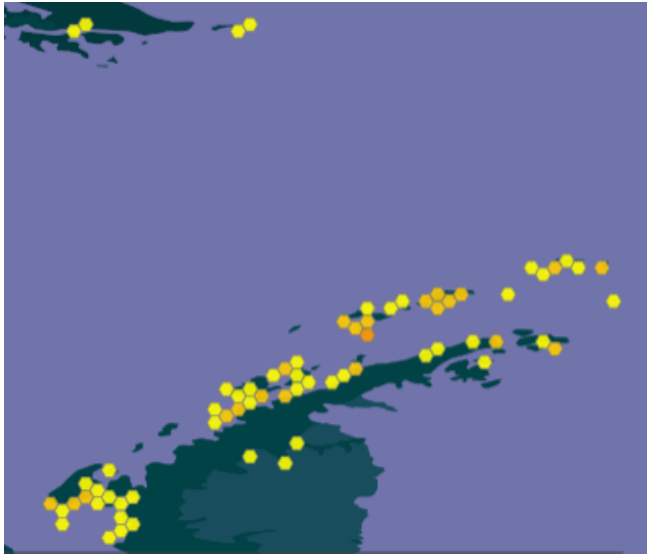


<p><i>Tephromela atra</i> (Huds.) Hafellner ex Kalb (1983)</p>		<p>UICN</p> <p>NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Tephromelataceae Género: <i>Tephromela</i> M.Choisy, 1929 Especie: <i>Tephromela atra</i> (Huds.) Hafellner Sinónimo: <i>Lecanora atra</i> (Huds.) Ach., <i>L. miranda</i> Hue</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola. A menudo asociado con musgos que forman almohadas</p>	<p>Metabolitos: Atranorina, ácido alectorónico.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo efusivo, de color blanco sucio a gris, de 10 a 15 cm de diámetro (mucho más grande en los talos viejos), de grosor medio a fino, a menudo rimosos, no se observa prótalo.</p> <p>Apotecios abundantes, planos, de hasta 5 mm de diámetro, con margen delgado y concoloro. con talo, disco parejo, negro. Himenio violeta pálido, 80-95 11m alto. Hipotecio marrón. Paráfisis con doble pared, celda terminal. (Redón 1985, Øvstedal & Lewis Smith 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Cosmopolita en regiones más frías. Antártida: Georgias del Sur, Sur Islas Orcadas, Islas Shetland del Sur, Península Antártica.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	


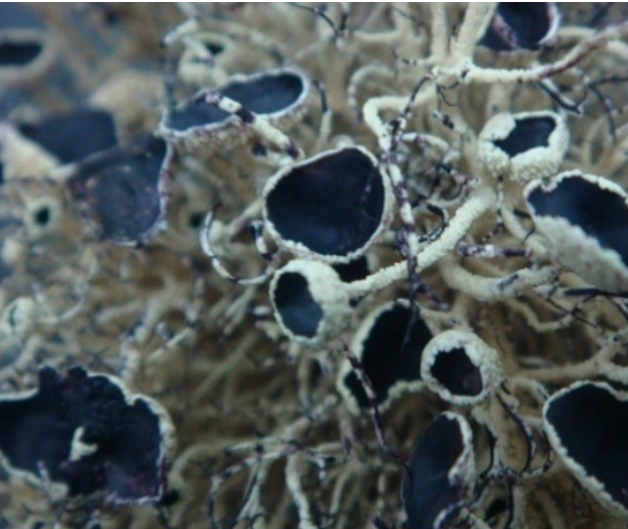
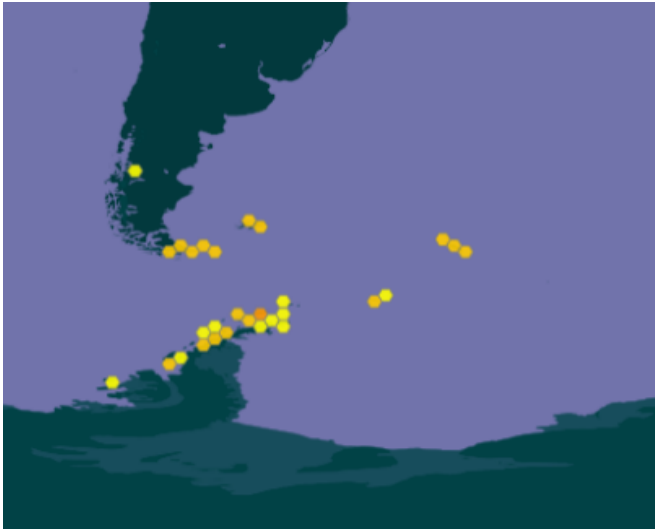


<p><i>Umbilicaria antarctica</i> Frey & I.M. Lamb</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Umbilicariales</p>	<p>Familia: Umbilicariaceae Género: Umbilicaria Hoffm. Especie: <i>Umbilicaria antarctica</i> Frey & I.M.Lamb ≡ <i>Omphalodiscus antarcticus</i> (Frey) Llano</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola, nitrófila, especialmente en las paredes de roca húmeda.</p>	<p>Metabolitos: Ácido girofórico.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo folioso irregular, más o menos monofilo, hasta de 15 cm de diámetro, adherido al sustrato por un ombligo central; superficie dorsal de color gris a pardo, suave, envés negro, con rizinas y talosporas. Rizinas simples a ramificadas dicotómicamente, hasta de 2 mm de largo algunas en forma de correas.</p> <p>Apotecios ausentes (Redón 1985, Øvstedal & Lewis Smith 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Endémica, Circumpolar antártica. Isla Georgia del Sur, islas Orcadas del Sur, islas Shetland del Sur, península antártica, archipiélago de Palmer, islas argentinas</p> <p>Las especies de <i>Umbilicaria</i> están unidas al sustrato mediante un sujetador central (umbilicus).</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	






<p><i>Usnea Antártica</i> Du Rietz</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Parmeliaceae Género: <i>Usnea</i> Dill. ex Adans. Especie: <i>Especies Usnea Antártica</i> Du Rietz = <i>Neuropogon antarcticus</i> (Du Rietz)</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola, muscícola, terrestre También sobre las rocas en nidos abandonados de pingüinos y petreles gigantes.</p>	<p>Metabolitos: Ácido fumarprotocetrárico, ácido úsnico.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo fruticuloso, filamentoso, hasta de 1cm de altura, muy ramificado, erecto o subdecumbente, rígido, sin fibrillas laterales; ramificaciones gradualmente atenuadas hacia los extremos; de color gris verdoso a amarillo verdoso, parte basal de las ramificaciones de color amarillo, más o menos papiladas; superficie de las ramificaciones mate, sin grietas anulares de color negro.</p> <p>Soralios normalmente abundantes en las ramas superiores, raro en las ramas inferiores, pálidos, de color blanquecino -amarillento u ocasionalmente negruzco, planos, raramente convexos, harinosos o granulosos pulverulentos. Apotecios escasos subterminales, de 5 a 8 mm de diámetro, sin cilios, receptáculo papilado a papilado-rugoso; disco pardo oscuro a negro (Redón 1985, Øvstedal & Lewis Smith 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Circumpolar antártico. Islas Orcadas del Sur, islas Shetland del Sur, península antártica.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



<p><i>Usnea aurantiaco-atra</i> (Jacq.) Bory, 1826</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Lecanorales</p>	<p>Familia: Parmeliaceae Género: <i>Usnea</i> Dill. ex Adans. Especie: <i>Usnea aurantiaco-atra</i> (Jacq.) Bory 1826 = <i>Neuropogon aurantiaco-ater</i> Jacq. = <i>Neuropogon aurantiaco-atra</i></p>	
		
<p>Ecología: En rocas ácidas, abundante en musgos.</p>	<p>Metabolitos: Ácido fumarprotocetrarico, ácido protocetrarico, ácido úsnico; ácidos norstictico, salazínico, protocetrarico.</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo fruticoso, 2 a 3 cm de alto filamentoso, adherido al sustrato por medio de un disco basal, de amarillo a amarillo verdoso. Ramas teretes o angulares, hasta 3 mm de diámetro en talos más antiguos, generalmente abigarrado con pigmento negro, ápices negros.</p> <p>Superficie mate, generalmente liso en la base, volviéndose verrugoso para papilar arriba. Soredio ausentes. Apotecia común, terminal a subterminal, cupular, Disco negro, azul-negro (en estado fresco) a amarillo pálido (en thalli viejo), a 1 cm (excepcionalmente a > 2 cm en estado fresco) (Redón 1985, Øvstedal & Lewis Smith 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Georgia del Sur, Bouveteya, Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	



<p><i>Xanthoria elegans</i> (Link) Th.Fr. 1861</p>		<p>UICN NO EVALUADO</p>
<p>Taxonomía:</p> <p>Reino: Fungi Filo: Ascomycota Clase: Lecanoromycetes Orden: Teloschistales</p>	<p>Familia: Teloschistaceae Género: <i>Xanthoria</i> Especie: <i>Xanthoria elegans</i> (Fr.) Th.Fr., 1861= <i>Caloplaca elegans</i> (Link) Th. Fr.= <i>Lecanora elegans</i> (Link) Ach.</p>	
		
<p>Ecología: Saxícola, nitrófila. En sitios de anidamiento de aves.</p>	<p>Metabolitos: Antraquinonas (parietina).</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Talo folioso, de 5 o más cm de diámetro, en forma de rosetas anaranjadas con lóbulos radiantes que a menudo se superponen intrincadamente, lóbulos planos, 0,6–0,8 mm de ancho, con corteza en ambos lados, adherida al sustrato mediante haces de rizomas, pero a menudo los lóbulos están completamente libres del sustrato.</p> <p>Apotecios ubicados hacia el centro del talo, sésiles, lecanorinos, hasta de 2 mm de diámetro, disco de igual color que el talo, con borde crenulado (Redón 1985, Øvstedal & Lewis Smith 2001).</p>	<p>Distribución:</p> <p>Bipolar. Norte de Europa, América del Norte, Norte de África, sur América del Sur, Nueva Zelanda.</p> <p>Antártida: Georgias del Sur, Bouveteya, Islas Sandwich del Sur, Islas Orcadas del Sur, Islas Shetland del Sur, Península Antártica, Antártida continental.</p> <p>(https://www.gbif.org/species)</p>	

GLOSARIO



GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Abigarrado: Que tiene muchos colores mal combinados.

Antioxidante: Sustancia que impide la formación de óxidos.

Antrópico: Acción directa o indirecta del hombre.

Ápice: Extremo superior o punta de algo

Apotecio: Estructura de reproducción sexual del hongo en forma de disco o de copa.

Asca: Célula sexual productora de esporas de los hongos ascomicetos.

Ascosporas: Esporas contenidas en un asca.

Ascomicetos: Hongos con micelio tabicado que produce ascosporas endógenas.

Asociación: Unión de individuos con un fin determinado.

Abigarrado: Que tiene muchos colores mal combinados.

Antioxidante: Sustancia que impide la formación de óxidos.

Antrópico: Acción directa o indirecta del hombre.

Ápice: Extremo superior o punta de algo

Apotecio: Estructura de reproducción sexual del hongo en forma de disco o de copa.

Asca: Célula sexual productora de esporas de los hongos ascomicetos.

Ascosporas: Esporas contenidas en un asca.

Ascomicetos: Hongos con micelio tabicado que produce ascosporas endógenas.

Asociación: Unión de individuos con un fin determinado.

B

Basicidad: Capacidad ácido neutralizante de una sustancia química en solución acuosa.

Basidiosporas: Espora reproductiva producida por los hongos de la división de los basidiomicetes.

Basidiomicetes: Hongos superiores, en su mayoría las setas y hongos de sombrero.

Bioindicador: Organismo vivo que se utiliza para determinar y evaluar el índice de contaminación de un lugar.

Bioprospección: Búsqueda sistemática, clasificación e investigación de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas y otros.

Biotopo: Espacio geográfico con unas condiciones ambientales determinadas para el desarrollo de ciertas especies animales y vegetales.

Bromatología: Estudio de los alimentos, de su composición o de sus propiedades del proceso de fabricación y de almacenamiento y de sus ingredientes.

C

Caudal: Cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto por unidad de tiempo.

Cianobacteria: Organismos antiguos, caracterizados por conjugar el proceso de la fotosíntesis oxigénica con una estructura celular, típicamente bacteriana.

Ciclaje: Proceso que siguen los nutrientes en la escala espacial del ecosistema y en la escala temporal de la vida del organismo.

Cifelas: Depresiones redondeadas o alargadas de color blanquecino, en la superficie de talos foliáceos y fruticulosos.

Conidióforos: Estructura microscópica especializada en la producción asexual de miles de esporas llamadas conidios.

Correlación: Indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables estadísticas.

Córtex: Parte externa de algunos órganos.

Cortícola: Que se desarrolla sobre la corteza de los árboles o arbustos.

Coriáceos: Que tiene el aspecto y el tacto semejantes a los del cuero.

D

Deuteromicetes: Hongos imperfectos que comprenden más de 15000 especies diferentes que se clasifican juntas porque no se conoce su fase sexual de reproducción.

Dicotómica: Sistema o clave de clasificación en que se escoge entre dos caracteres opuestos para separar géneros y especies.

Dimórfico: Cuando determinadas especies pueden presentarse bajo dos tipos o aspectos morfológicos diferentes.

Dorsiventral: Que tiene un solo plano de simetría por lo que se puede diferenciar un dorso y un vientre.

E

Edáfico: Relativo al suelo, factores ambientales determinados por las características del suelo y sus condiciones físicas y químicas y biológicas.

Erosión: Desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciares y por la acción de los seres vivos.

Estereomicroscopio: Tipo de microscopio óptico, para el trabajo con muestras que tienen mayor necesidad de ser diseccionadas.

Estribaciones: Zona o territorio que está muy cerca de un lugar o una población.

Excípulo: Estrato de hifas sobre el que descansan los sacos o basidios del himenio.

Escuamuloso: Cubierto de pequeñas escamas.

Endolíticos: Debe su nombre al lugar en el que se desarrolla: el interior de las rocas.

F

Farmacológico: de la farmacología, que estudia la composición, propiedades y la acción terapéutica de los medicamentos.

Filocladios: un tallo aplanado con forma y aspecto de hoja.

Fluorescencia: propiedad que tienen algunas sustancias de reflejar luz con mayor longitud de onda que la recibida, cuando están expuestas a ciertos rayos del espectro.

Folícola: que se desarrolla sobre hojas.

Fragmentación: mecanismo de división asexual, un individuo se divide en diferentes partes, cada una con la capacidad de desarrollar la reconstrucción de un organismo completo.

Friables: Que se desmenuza fácilmente.

G

Gradiente: Variación de un elemento meteorológico, según una dirección determinada.

H

Hidrófobo: Una sustancia que no adsorbe el agua.

Himenio: Capa formada por los elementos productores de esporas.

Histograma: Representación gráfica de una variable en forma de barras.

Humícola: Que vive en terreno vegetal o humus.

I

Infrarrojo: Banda de una imagen satelital, utilizada por los Sistemas de Información Geográfica

Infundibuliforme: En forma de embudo

Inhóspito: Que resulta desagradable o poco acogedor.

Isidios: Tipo de estructura reproductiva asexual producida por hongos liquenizados.

Interpolación: Obtención de nuevos puntos partiendo del conocimiento de un conjunto discreto de puntos.

L

Lacustre: todo lo que guarda relación con un lago.

Liquenizar: establecer una asociación cíclica y obligada con cianobacterias y/o algas verdes.

Liquenólogo: persona especialista en la rama de la liquenología.

Liquenometría: técnica de datación por los líquenes, utilizada en los estudios geológicos y paleoecológicos del Cuaternario.

M

Mapeo: realización de un mapa o conjunto de elementos de un mismo tiempo o categoría que tienen una distribución espacial determinada.

Médula: parte más interna de algunos órganos o algunas estructuras.

Mesotérmico: clasificación climática, que hace referencia a la clasificación dada a las plantas en relación con sus necesidades de temperatura.

Microclima: conjunto de las condiciones climáticas particulares de un lugar determinado.

Mucilaginoso: que contiene mucílago o tiene algunas de sus propiedades.

Muscícola: especie o animal microscópico como los infusorios o algunos cnidarios que viven o habitan en un musgo y convive con la misma especie en el mar.

O

Oligotróficos: Se dice que un ecosistema o ambiente es oligotrófico si ofrece poco para sostener la vida

Ostiolo: pequeño orificio natural de forma redondeada que se encuentra en algún tejido u órgano.

P

Pedogénesis: Edafogénesis o evolución de suelo, proceso por el cual se crea el suelo.

Peritecio: Ascocarpo cerrado y con un poro en la parte superior.

Perturbación: Alteración producida en el orden o en las características permanentes de algo.

Píxel: Unidad básica de una imagen digitalizada en pantalla a base de puntos de color o en escala de grises.

Pluviométrico: Del pluviómetro o la pluviometría.

Pluviosidad: Cantidad de lluvia que cae en un lugar y un período de tiempo determinado.

Podocio: Estructura erecta sobre la que se pueden formar apotecios en los líquenes.

Pulverulento: Que se presenta en forma de polvo.

R

Reflectancia: capacidad de un cuerpo de reflejar la luz.

Regeneración: proceso en el que se recupera la estructura y la función de órganos o partes dañadas.

Remanente: bosque que queda después de cualquier alteración al ecosistema, sea natural o antrópica.

Rizinas: elemento de sujeción, poco diferenciado que aparece en los briófitos para mantener fijo el gametófito al sustrato.

S

Saxícola: Dicho de los organismos que se desarrollan sobre las rocas.

Soredio: Estructura reproductora en los líquenes, con aspecto granular y sin corteza.

Sustentable: Que puede mantenerse en el tiempo por sí mismo, sin ayuda exterior y sin que se produzca la escasez de los recursos existentes.

Sustrato: Medio en el que se desarrollan una planta o un animal fijo.

T

Talo: Estructura de los líquenes, que contiene al fotobionte.

Terrícola: Que se desarrolla en la tierra.

Traslúcidos: Que deja pasar la luz, pero no permite ver con nitidez a través de su masa.

V

Vermicida: sustancia que tiene la propiedad de destruir lombrices y parásitos intestinales.

Vertiente: Declive o lugar por donde corre el agua.

Vigor: fuerza interna o viveza de las acciones o de las cosas.

BIBLIOGRAFÍA



- Anjos de Menezes, A., da Silva Caceres, M. E., Passos Bastos, C. J., & Lücking, R. (2020). Modeled lichen metacommunities in the Brazilian Atlantic Forest: do geopolitical regions and the Southern Tropic division reflect natural entities?. *Phytocoenologia*, 50(3).
- Apango, E. T. (2018). Graciela Pérez-Gavilán Rojas, Ana Teresa Gutiérrez del Cid, Beatriz Nadia Pérez Rodríguez (coords.), *La Geopolítica del siglo XXI*, México, UAM-Xochimilco, 2017, 395 pp. *Foro internacional*, (231), 172-178.
- Baird, H. P., Shin, S., Oberprieler, R. G., Hullé, M., Vernon, P., Moon, K. L., ... & Chown, S. L. (2021). Fifty million years of beetle evolution along the Antarctic Polar Front. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(24), e2017384118.
- Block, W. y Convey, P. (1995). Biología, ciclo de vida y ecofisiología del ácaro antártico *Alaskozetes antarcticus*. *Diario de Zoología*, 236 (3), 431-449.
- Cajiao, D., Albertos, B., Tejedó, P., Muñoz-Puelles, L., Garilleti, R., Lara, F., ... & Benayas, J. (2020). Assessing the conservation values and tourism threats in Barrientos Island, Antarctic Peninsula. *Journal of Environmental Management*, 266, 110593.
- Cajiao, D., Leung, Y. F., Tejedó, P., Barbosa, A., Reck, G., & Benayas, J. (2022). Behavioural responses of two penguin species to human presence at Barrientos Island, a popular tourist site in the Antarctic Peninsula region. *Antarctic Science*, 34(2), 107-119.
- Carballal, R., Rowe, J. y Casares, M. (2006). Introducción a los líquenes. *Proyecto Andalucía – Enciclopedia de la Naturaleza*, 21, 157-188.
- Cardone, I. J. (2019). A continent for peace and science: Antarctic science and international politics from the 6th International Geographical Congress to the Antarctic Treaty (1895-1959) (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Cepero, M., Restrepo, S., Franco, A., Cárdenas, M. y Vargas, N. (2012). *Biología de Hongos*. Bogotá, Colombia: Uniandes.
- Chaparro, M., y Aguirre, J. (2002). *Hongos Liqueñizados*. Bogotá, Colombia: El Malpensante S.A.
- De Paz, G. A., & Burgaz, A. R. (2009). *Líquenes epifíticos del Hayedo de Montejo de la Sierra (Madrid)*. Editorial Complutense.
- Delgado, A. H., Salcedo-Martínez, S. M., Alvarado-Vázquez, M., & Limón, S. M. (2018). Los líquenes definición, características, importancia y usos potenciales. *Biología y Sociedad*, 1(1), 17-27.

- Ecuatoriano, P. A. (1990). *La estación científica Ecuatoriana” Pedro Vicente Maldonado”*. (No Title).
- Estrada-Goic, C., González-Ortega, J., Mancilla, D., Latorre, A., Cerda, P., Jalil, C., ... & Barticevic, E. (2023). *Committing to the Antarctic: values, ecological beliefs, and social identity in national perception. The Polar Journal, 13(1), 86-104.*
- Figueroa, J. R. (1985). *Líquenes antárticos. Instituto Antártico Chileno.*
Fraga, J. A. (1978). *El futuro incierto político-económico de la Antártida. Revista Estrategia, (43-44).*
- Fretwell, P., Pritchard, H. D., Vaughan, D. G., Bamber, J. L., Barrand, N. E., Bell, R., ... & Zirizzotti, A. (2013). *Bedmap2: improved ice bed, surface and thickness datasets for Antarctica. The cryosphere, 7(1), 375-393.*
- Gamboa Osorio, JP, Lago González, A., Nieto Iglesias, J., Núñez Estévez, B., & Núñez González, C. (2017). *Los líquenes y la degradación, conservación del patrimonio arquitectónico. Revista de Biología de UVigo (REVBIGO, 9, 76-88.* González, C. (2017). *Los líquenes y la degradación/conservación del patrimonio arquitectónico. Revista de Biología, 9.*
- García Sancho, L. (2020). *La vegetación antártica, centinela del cambio climático. Una verdadera granja Acad, 269-280.*
- Gonzales, V. (2013). *Reproducción y ecología de los líquenes. La Guía. Recuperado de <https://biologia.laguia2000.com/microbiologia/protistas/reproduccion-y-ecologia-de-los-liquenes>*
- HALICI, M., Bölükbaşı, E., Güllü, M., Yiğit, M., & Barták, M. (2023). *Lendemeriella vaczii, a new lichenized fungal species from Antarctic Peninsula-with a key to the genus Lendemeriella. Czech Polar Reports, 13(1).*
- Hansen, E. S. (2008). *The application of lichenometry in dating of glacier deposits. Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography, 108(1), 143-151.*
Heggie, T., & Küpper, T. (2022). *Health challenges on research and cruise ship expeditions to Antarctica. Health Promotion & Physical Activity, 19(2), 1-7.*
- Hellmuth Sievers Czischke (2022). *Paso Drake y zonas aledañas. Características oceanográficas históricas (Datos obtenidos entre 1927 y 1980). Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. SHOA.*

- Holmes, C. J., Jennings, E. C., Gantz, J. D., Spacht, D., Spangler, A. A., Denlinger, D. L., ... & Benoit, J. B. (2019). The Antarctic mite, *Alaskozetes antarcticus*, shares bacterial microbiome community membership but not abundance between adults and tritonymphs. *Polar Biology*, 42(11), 2075–2085.
- Horn, H., & Arrellano, H. (1990). *El Sitio de instalación de la Estación Científica Ecuatoriana en la Antártida*.
- <https://es.ripleybelieves.com/native-plants-of-antarctica-3554>
<https://macronaturaleza.com/micologia/los-liquenes-hongos-liquenizados/>
- <https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-deshielo-de-toda-la-Antartida-aumentara-el-nivel-del-mar-en-60-metros>
<https://www.ccamlr.org/es/fisheries/el-kril-su-biolog%C3%ADa-ecolog%C3%ADa-y-explotaci%C3%B3n>
- https://www.elconfidencial.com/mundo/2017-05-31/antartida-rusia-china-petroleo-tratados-conflicto_1388531/
- Illana-Esteban, C. (2009). Líquenes comestibles. *Bol. Soc. Micol*, 33, 273–282.
- *Importancia, L., & Ambiente, M. de la Península Antártica*.
- *Instituto Antártico Argentino. (2020). Publicación Antártida.*
- *Instituto Antártico Ecuatoriano. (2015). Plan Estratégico Antártico.*
- Iraola, V. (2001). Introducción a los ácaros (II): Hábitats e importancia para el hombre. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28, 141–146.
- Izaguirre, I., & Mataloni, G. (2000). *Antártida, descubriendo el continente blanco*. Editorial Del Nuevo Extremo.
- Izquierdo, M. A. (2009). *El Diccionario panhispánico de dudas y su contribución al estudio del español de América. El español del siglo XXI XIV Jornadas sobre la lengua española y su enseñanza*, 15–47.
- Jaramillo, P. y Bungartz F. (2019). Se descubren cuatro nuevas especies de líquenes en las Galápagos. *Fundación Charles Darwin. Galápagos: Fundación Charles Darwin*. Recuperado de <https://www.darwinfoundation.org/es/articulos-blog/442-se-descubren-cuatro-nuevas-especies-de-liquenes-en-galapagos>

- Judkevich, M., Medina, W. y Salas, R. (s.f.). HONGOS LIQUENIZADOS. Recuperado de http://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/HONGOS_%20LIQUENIZADOS.pdf
- Kanao, M., Toyokuni, G., & Yamamoto, M. Y. (Eds.). (2019). *Antarctica: A Key To Global Change*. BoD–Books on Demand.
- Khare, N. (2022). *Assessing the Antarctic Environment from a Climate Change Perspective*. Springer International Publishing.
- Lücking, R. (1999). *Foliicolous lichens and their lichenicolous fungi from Ecuador, with a comparison of lowland and montane rainforest*.
- Willdenowia, 29(1/2), 299–335. Recuperado de https://bioone.org/journals/Willdenowia/volume-29/issue-1_2f_2/wi.29.2924/Foliicolous-lichens-and-their-lichenicolous-fungi-from-Ecuador-with-a/10.3372/wi.29.2924.full
- Lücking, R. 2000. *The foliicolous lichen homepage*. On the web at <<http://www.uni-bayreuth.de/departments/planta2/ass/robert/lichens/homepage.html>>. Latest update October 31, 2000.
- Lücking, R., Rivas, E., Chaves, J., Umaña, L. & Sipman, Harrie. (2009). How many tropical lichens are there really. *Bibliotheca Lichenologica*, 100. 399–418.
- Lüdecke, C. (2021). *Germans in the Antarctic*.
- Springer Markič, J. (2012). *Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española. Nueva gramática de la lengua española. Fonética y fonología*. *Linguistica*, 52(1), 403–406.
- Martínez Bush, Jorge. Almirante. (1987). “La Dimensión marítima de la Antártica frente al Derecho del Mar”, *Revista chilena de Geopolítica*, impresa en Santiago, Chile, Volumen 4 No. 1, publicada en el año
- Mauri, R. A. (1964). *Acarina del sector antártico argentino*. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 27(1-4).
- Ministerio de Ambiente y Espacio Público. (2010). *Monitoreo de líquenes como bioindicadores de contaminación*. Recuperado de https://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/educ_com/archivos/bioindic_completo_2010.pdf

- Judkevich, M., Medina, W. y Salas, R. (s.f.). HONGOS LIQUENIZADOS. Recuperado de http://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/HONGOS_%20LIQUENIZADOS.pdf
- Kanao, M., Toyokuni, G., & Yamamoto, M. Y. (Eds.). (2019). *Antarctica: A Key To Global Change*. BoD–Books on Demand.
- Khare, N. (2022). *Assessing the Antarctic Environment from a Climate Change Perspective*. Springer International Publishing.
- Lücking, R. (1999). *Foliicolous lichens and their lichenicolous fungi from Ecuador, with a comparison of lowland and montane rainforest*. *Willdenowia*, 29(1/2), 299–335. Recuperado de https://bioone.org/journals/Willdenowia/volume-29/issue-1_2f_2/wi.29.2924/Foliicolous-lichens-and-their-lichenicolous-fungi-from-Ecuador-with-a/10.3372/wi.29.2924.full
- Lücking, R. 2000. The foliicolous lichen homepage. On the web at <<http://www.uni-bayreuth.de/departments/planta2/ass/robert/lichens/homepage.html>>. Latest update October 31, 2000.
- Lücking, R., Rivas, E., Chaves, J., Umaña, L. & Sipman, Harrie. (2009). How many tropical lichens are there really. *Bibliotheca Lichenologica*, 100. 399–418.
- Lüdecke, C. (2021). *Germans in the Antarctic*.
- Springer Markič, J. (2012). *Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española. Nueva gramática de la lengua española. Fonética y fonología*. *Linguistica*, 52(1), 403–406.
- Martínez Bush, Jorge. Almirante. (1987). “La Dimensión marítima de la Antártica frente al Derecho del Mar”, *Revista chilena de Geopolítica*, impresa en Santiago, Chile, Volumen 4 No. 1, publicada en el año
- Mauri, R. A. (1964). *Acarina del sector antártico argentino*. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 27(1-4).
- Ministerio de Ambiente y Espacio Público. (2010). *Monitoreo de líquenes como bioindicadores de contaminación*. Recuperado de https://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/educ_com/archivos/bioindic_completo_2010.pdf

- Momo, F. R., Cordone, G., Marina, T. I., Salinas, V., Campana, G. L., Valli, M. A., ... & Saravia, L. A. (2020). Seaweeds in the Antarctic marine coastal food web. *Antarctic Seaweeds: Diversity, Adaptation and Ecosystem Services*, 293–307.
- Morales, E., Lücking, R. y Anze, R. (2009). Líquenes de Bolivia. Recuperado de https://www.academia.edu/8289628/Lichens_general_text_Bolivia.
- Nash, TH, III., Ryan, BD, Gries, C, Bungartz, F (eds.) (2002) *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*. - Lichens Unlimited, Arizona State University, Tempe, Arizona. 532 pp.
- Øvstedal, D. O., & Smith, R. L. (2001). *Lichens of Antarctica and South Georgia: a guide to their identification and ecology*. Cambridge University Press.
- Pallmall, A. O. (2021). El cambio climático, una amenaza global. *El cambio climático, una amenaza global*, 1-650.
- Park, CH, Jeong, G. y Hong, SG (2012). Posibles introducciones múltiples de *Cladonia borealis* a la Isla Rey Jorge. *Suscripción Antártica Ciencia-Institucional*, 24 (4), 359.
- Pérez, A. y Cerón Benicia. (2009). Estructura de una comunidad de líquenes y morfología del género *Sticta* (stictaceae) en un gradiente altitudinal. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 157-170. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028005012.pdf>
- Pérez-Malvárez, C., Bueno, A., Feria, M., & Ruiz, R. (2006). Noventa y Cuatro años de la teoría de la deriva continental de Alfred Lothar Wegener. *Interciencia*, 31(7), 536-543.
- Phillips, LM, RI Leihy y SL Chown. (2022). Mejora de la protección de áreas basada en especies en la Antártida. *Biología de la Conservación*. 36(4): e13885. Aug 2022. , disponible en línea en <https://doi.org/10.1111/cobi.13885> [detalles]
- Putzke, J., & Pereira, A. B. (2020). The vegetation of the south shetland islands and the climatic change. In *Glaciers and the Polar Environment* (p. 63). IntechOpen.
- Qizhen, S., Zhanhai, Z., Min, F., Chunhua, L., Ting, Q., Zhuoming, D., & Jiechen, Z. (2021). Characteristics of katabatic winds from Dome A to the coast of Prydz Bay, Antarctica, 43(7), 125-137.

- Raggio, J. (2013). *Fotosíntesis, crecimiento y resistencia a ambientes extremos en líquenes de regiones polares y alpinas. (Tesis doctoral). Universidad Complutense. Madrid, España.*
- Ramírez, A., León, M. y Lücking, R. (2016). *Uso de biotopos de líquenes como bioindicadores de perturbación en fragmentos de Bosque Altoandino (Reserva Biológica "Encebillo", Colombia). Caldasia, 38(1), 31-52.*
- Rosato, V., & García, R. (2014). *Clave de líquenes creciendo sobre cemento y hormigón en la provincia de Buenos Aires, Argentina.*
- Scheidegger, C., & Goward, T. (2002). *Monitoring lichens for conservation: red lists and conservation action plans. In Monitoring with lichens—monitoring lichens (pp. 163-181). Dordrecht: Springer Netherlands.*
- Schroeter, B., & Sancho, L. G. (1996). *Lichens growing on glass in Antarctica. The Lichenologist, 28(4), 385-390.*
- Sepúlveda, J. (2008). *Importancia geopolítica del continente antártico. Revismar, 6(1), 524-535.*
- SINCLAIR, B.J.; SJURSEN, H. (2001). *Terrestrial invertebrate abundance across a habitat transect in Keble Valley, Ross Island, Antarctica. Pedobiologia, v.45, p.134-145, 2001.*
- Sipman, H. J. (1994). *Foliicolous lichens on plastic tape. The Lichenologist, 26(3), 311-312.*
- Sipman, H., Aguirre, y Rangel, J. (2000). *Flora. En J. Rangel, Diversidad Biótica Colombia III; La Región de Vida Paramuna de Colombia (págs. 379-434). Santafé de Bogota: Santafé de Bogotá, D.C.*
- Smith, PF (2022). *La arquitectura en un clima de cambio. Reverté.*
 Smith, RL (1995). *Colonización por líquenes y desarrollo de comunidades dominadas por líquenes en la Antártida marítima. El Líquenólogo , 27 (6), 473-483.*
- So, J. E., Halda, J. P., Hong, S. G., Hur, J. S., & Kim, J. H. (2023). *The Revision of Lichen Flora Around Maxwell Bay, King George Island, Maritime Antarctic. Journal of Microbiology, 61(2), 159-173.*
- Spribille, T., Tuovinen, V., Resl, P., Vanderpool, D., Wolinski, H., Aime, M. C., ... & Mayrhofer, H. (2016). *Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. Science, 353(6298), 488-492.*

- Subías, L. S. (2004). *Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros oribátidos (Acariformes, Oribatida) del mundo (1758-2002)*. *Graellsia*, 60(Extra), 3-305.
- Vincze, M., Bozóki, T., Herein, M., Borcia, I. D., Harlander, U., Horicsányi, A., ... & Pálfy, J. (2021). *The climate impact of the Drake Passage opening from a fluid dynamics point of view: the role of Antarctic glaciation*.
- Virella, F. A., & Cañamero, G. C. (2010). *Crónicas del sistema solar. Equipo Sirius*.
- Wegener, A. (1966). *The origin of continents and oceans*. Courier Corporation.
- Weiss, J., & Orekhova, A. (2020). *Biometrical analysis and thallus morphology characteristics of Placopsis antarctica from King George Island, Antarctica*. *Czech Polar Reports*, 10(2), 161-168.
- Young, SR y Block, W. (1980). *Estudios experimentales sobre la tolerancia al frío de Alaskozetes antarcticus*. *Revista de Fisiología de Insectos*, 26 (3), 189-200.
- Zacharda, M., Gude, M., Kraus, S., Hauck, C., Molenda, R., & Růžička, V. (2005). *The relict mite Rhagidia gelida (Acari, Rhagidiidae) as a biological cryoindicator of periglacial microclimate in European highland screes*. *Arctic, antarctic, and alpine research*, 37(3), 402-408.
- Zuñiga-Reinoso, A., Muñoz-Escobar, C., & E HERNÁNDEZ, C. R. I. S. T. I. Á. N. (2013). *Patrones y causas de estructuración geográfica latitudinal de los oribátidos (Acari: Oribatida) en Patagonia y Antártica*. *Revista chilena de historia natural*, 86(3), 279-290



Base Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado



Pingüinos en las playas de la Isla Greenwich



ISBN: 978-9942-845-56-6

