

Hernández Padrón, C.E. (2010). 4. El desconocido y sorprendente mundo de los líquenes que pueblan las lavas. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Volcanes: mensajeros del fuego, creadores de vida, forjadores del paisaje*. pp. 99-124. Actas V Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. ISBN: 978-84-614-3579-1.

4. El desconocido y sorprendente mundo de los líquenes que pueblan las lavas

Consuelo E. Hernández Padrón

Departamento de Biología Vegetal (Botánica).

Universidad de La Laguna

Actualmente, los líquenes siguen siendo en gran medida unos seres desconocidos para el gran público, con frecuencia confundidos, olvidados o ignorados, y para los que, desde luego, no resulta fácil realizar una definición. Los líquenes, a los que también podemos referirnos como ‘talos liquénicos’ son el producto de una curiosa y compleja relación que establecen dos organismos muy diferentes. Los organismos que intervienen son tan distintos que están situados en Reinos biológicos diferentes. La estrecha relación que mantienen es denominada ‘simbiosis’ y a los seres involucrados se les llama ‘simbiontes’. En la simbiosis liquénica intervienen, de una parte hongos superiores (que constituyen el ‘micobionte’) y de otra, algas verdes o cianobacterias (que son el ‘fotobionte’). El resultado es un organismo dual muy singular que en los territorios volcánicos es capaz de colonizar con éxito las lavas volcánicas totalmente desprovistas de vida vegetal.

Qué son los líquenes

La primera reflexión que se plantea acerca de los líquenes es si este organismo dual (hongo + alga) responde realmente al concepto de especie. Es evidente que, inicialmente, para los líquenes no parecía tener el mismo significado que para el resto de los grupos de seres vivos. Sin embargo, parece existir unanimidad en considerar actualmente a los líquenes como ‘hongos liquenizados’, es decir, como hongos capaces de establecer simbiosis con ciertas algas. Y en este sentido, la especie liquénica puede ser definida con los mismos criterios que las demás especies.

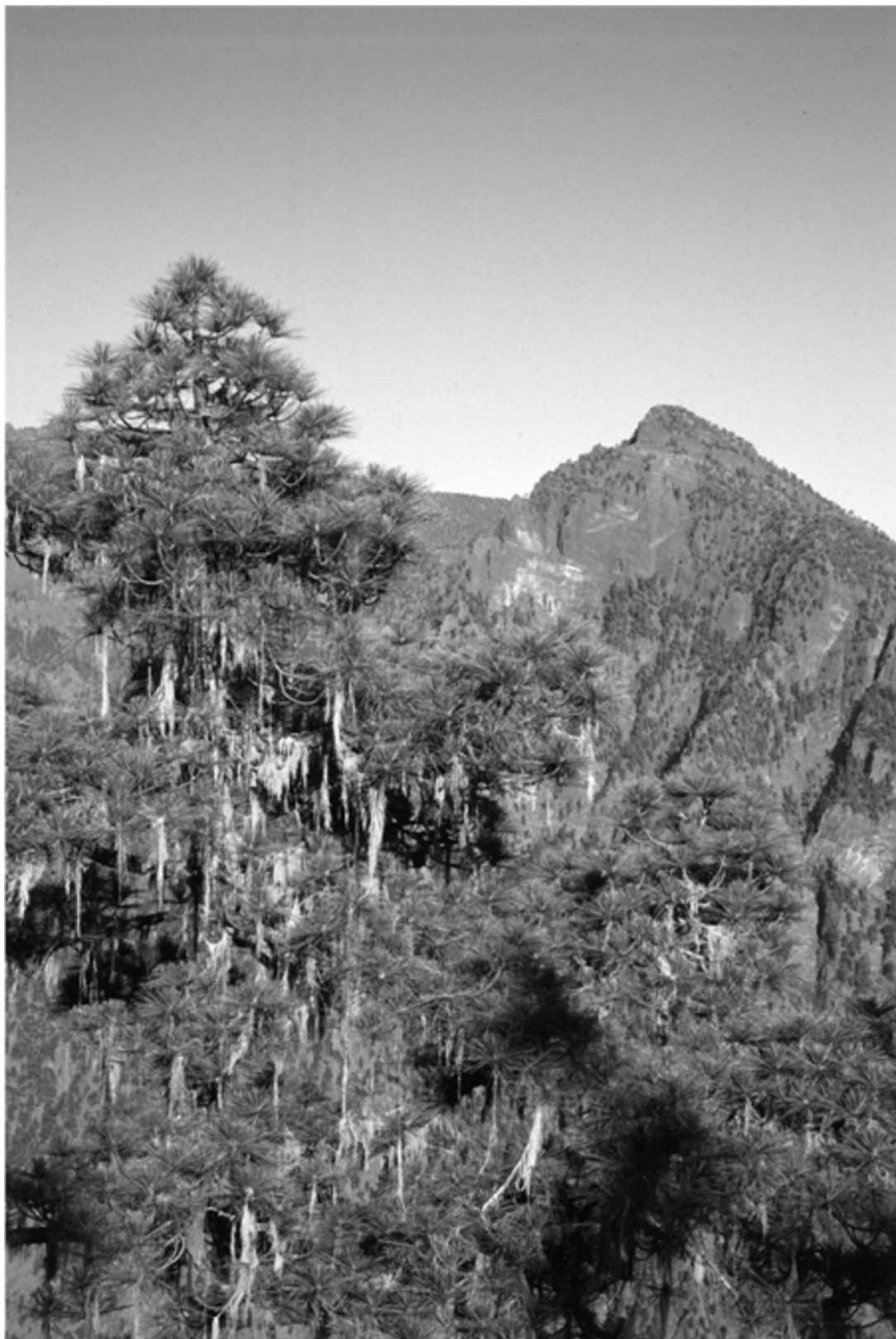


Fig. 1. De las ramas de un magnífico ejemplar de pino canario, en La Caldera de Taburiente, penden líquenes epífitos con aspecto de 'barbas'. Las especies más conspicuas pertenecen a los géneros *Usnea*, *Bryoria* y *Alectoria*.

El liquen es un ser talófito, autótrofo, capaz de adaptarse a múltiples situaciones. Por su naturaleza dual, de los líquenes se ha dicho que constituyen, tanto ‘la pareja perfecta’, como ‘la extraña pareja’. Esta singular simbiosis (¿mutualista o antagonista?) hace que a los líquenes muchos autores los consideren en sí mismo como microecosistemas, esto es, pequeños ecosistemas en los que las algas tienen la misión de producir y los hongos la de consumir. Este es el sentido del liquenólogo sueco A. Theler. También se ha escrito de ‘algas cautivas’ por el hongo y se ha comparado su *status* con el de los animales domésticos que el hombre cuida para su propio beneficio.

La ubicación de los líquenes en las clasificaciones de los seres vivos ha ido variando con el tiempo a medida que los estudios han permitido conocerlos mejor. Los científicos los han incluido entre las Algas (como las ‘algas aéreas’), entre los Briófitos o en una división independiente (Lichenophyta). En la actualidad, se los considera como unos hongos muy especiales, los hongos liquenizados o micofotófitos, y por lo tanto, forman parte del reino de los hongos (Reino *Fungi*).

En todo caso, tal como señala Galán Cela (1983) a propósito de los líquenes ‘.... son el resultado de complejos procesos adaptativos y una más de las maravillas que la Naturaleza es capaz de ofrecer’.



Fig. 2. En las copas de los distintos árboles del monte verde, especialmente en las áreas venteadas de las cresterías, los líquenes epífitos son abundantes y muy diversos.

Cómo son los líquenes

El ‘cuerpo’ o talo de los líquenes es extraordinariamente variado, tanto en la forma (el denominado biotipo o morfotipo), como en lo relativo al colorido y las dimensiones. Esta variabilidad en el morfotipo ha obligado a desarrollar una terminología especializada para reunir las diferentes formas en siete grupos principales, aunque pueden existir morfologías intermedias.

Los líquenes **crustáceos** son las más abundantes, y se caracterizan por crecer intensamente unidos al sustrato, hasta el punto de que es imposible separarlos de él sin destruirlos. Por sus características pueden sobrevivir en ambientes muy extremos y en superficies expuestas de las rocas. Crecen por el margen y muchas veces se solapan varios individuos formando grupos en parches.

Los líquenes **pulverulentos** son las formas supuestamente más simples en los que las hifas del micobionte envuelven a pequeños grupos de alga, y el talo posee apariencia pulverulenta, como si estuviera afectado por lepra (lo que da nombre al género más característico de este grupo, *Lepraria*).

Los líquenes **foliáceos** o **foliosos** tienen aspecto laminar y el talo está parcialmente separado del sustrato. Lo habitual es que tengan organización dorsiventral, con una zona ventral y otra dorsal. En este grupo existe una gran diversidad en cuanto a formas y tamaños.

Los líquenes **fruticulosos** tienen el talo alargado, aplanado, cilíndrico o filiforme, habitualmente con un único punto de unión al sustrato. Pueden ramificarse, a veces muy profusamente, y son macizos o huecos. El tamaño de estos líquenes varía según la especie, desde unos pocos milímetros a varios metros en algunas especies del género *Usnea*.

En los líquenes **escuamulosos** el talo lo forman un conjunto de pequeñas escamas más o menos próximas, imbricadas o superpuestas que se elevan ligeramente del sustrato.

Los líquenes **compuestos**, son de tipo mixto y están formados por dos partes. El talo primario o basal que es crustáceo, escuamuloso o, más raramente foliáceo, y crece extendido sobre el sustrato; y el talo secundario, de tipo fruticuloso, formado por unos o varios elementos en forma de copa o ramificados.

En los líquenes **filamentosos** el talo está formado por hilos muy finos enmarañados, que tienen aspecto lanoso, y se disponen habitualmente extendidos sobre el sustrato.

Los líquenes **gelatinosos** tienen consistencia pulposa, y son flexibles y traslúcidos cuando están húmedos, sin embargo, secos suelen ser negruzcos, coriáceos y muy frágiles. En los líquenes gelatinosos el ficobionte es siempre una cianobacteria.

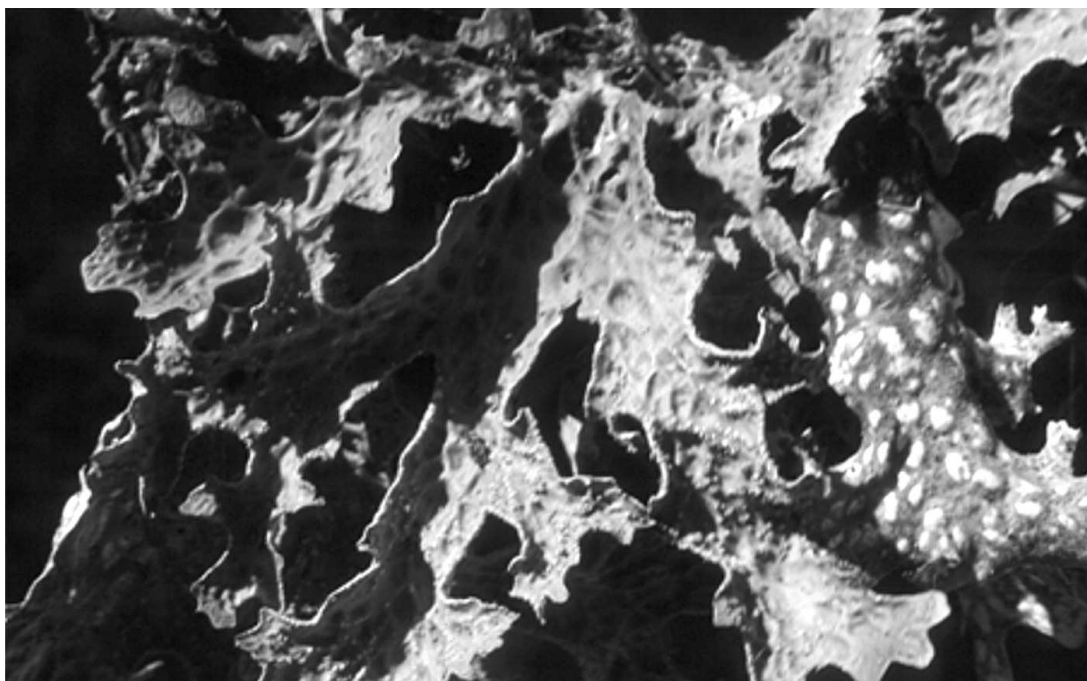


Fig. 3. *Lobaria pulmonaria* ('pulmonaria del árbol'), es reconocible por sus amplios lóbulos y las características depresiones de su superficie. Alcanza su mejor desarrollo en el ámbito del monte verde y tradicionalmente se ha usado para tratar afecciones respiratorias.



Fig. 4. Diversidad epífita en ramas de escobón, en el extremo sur del P. N. de Garajonay. Hay especies fruticulosas de *Teloschistes* y *Ramalina*, foliáceas de *Parmotrema* e *Hypotrachyna*, y crustáceas de *Caloplaca*, *Lecanora* y *Pertusaria*.



Fig. 5. También sobre escobón, destacan en este caso las especies verde-amarillentas de *Ramalina* (*R. farinacea*, *R. implectens*, *R. subgeniculata*), que crecen entremezcladas con algunas *Usnea*, éstas últimas con ramificaciones más delgadas.



Fig. 6. *Cladonia coccifera* es un liquen típico del sotobosque húmedo del monte verde. Sus podocios ('ramificaciones') portan atractivos apotecios de color rojo intenso.

Además, los líquenes pueden ser caracterizados morfológicamente por un importante número de estructuras especializadas relacionadas con la multiplicación vegetativa (soralios e isidios), con la aireación del talo (cifelas y pseudocifelas) y la reproducción del hongo (apotecios, peritecios, basidiocarpos). Otras estructuras como los cilios, fibrillas, papilas, tubérculos, esquizidios, picnidios, filidios, pruina, isidiomorfos, máculas, etc, tienen interés no sólo desde el punto de vista fisiológico sino también taxonómico.

Con respecto a la estructura u organización interna, las especies más avanzadas presentan una típica disposición en estratos: córtex (o corteza) superior, capa algal o gonidial, médula y córtex inferior. Ambos córtex y la médula son de naturaleza fúngica. Una variante de esta estructura heterómera se da en los líquenes que tienen ramificaciones cilíndricas o subcilíndricas, disponiéndose entonces las capas o estratos de manera concéntrica (estructura radiada).

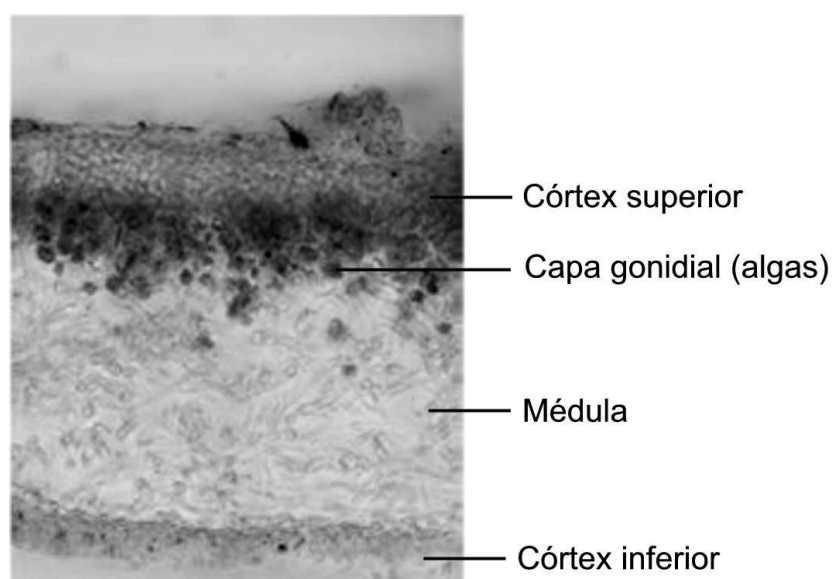


Fig. 7. En la sección de un líquen folioso (también en crustáceos y escumulosos) es posible distinguir los dos córtex (superior e inferior) y la médula, todos de naturaleza fúngica, y el estrato formado por las algas (capa gonidial).

Dónde viven los líquenes

A veces leemos frases del tipo ‘...y líquenes de maravillosos matices ardían sin llama sobre los prietos troncos de los árboles’ (Conan Doyle, ‘El mundo perdido’, 1912). Además, de esta singular imagen poética, de los líquenes se puede afirmar que se encuentran en casi todas partes, prueba de

que la simbiosis que practican es una de las más eficaces del mundo vivo (Purvis & Wedin, 1999).

El hecho de que hayan sido capaces de adaptarse a ambientes muy diversos y alcanzado una gran distribución a escala mundial, confirma el éxito evolutivo de la ‘liquenización’. En contrapartida, a esta amplia distribución hay que destacar que entre los líquenes hay muy pocas especies exclusivas, lo que se traduce en un bajo índice de endemidad.

Se sabe que los líquenes crecen sobre las superficies iluminadas de la mayoría de los sustratos, siempre que reciban algo de humedad. Se desarrollan encima (a veces incluso algo por debajo) de rocas, cortezas, leños, hojas, suelos (tierra), briófitos, humus, y también sobre otros líquenes. Pero además son capaces de crecer sobre cemento, hormigón, uralita, metales, vidrio, tejas, huesos, tejidos, plásticos, asfalto, etc.

Los líquenes han colonizado casi todos los medios, desde la orilla del mar hasta las cimas montañosas, pasando por los desiertos más fríos y áridos del Planeta. Están presentes desde los Polos al Ecuador, cubriendo o tapizando entre el 8 y el 10% de la superficie emergida. Donde son francamente dominantes con respecto a las plantas vasculares es en las Regiones Árticas y Subárticas, en las que constituyen una fuente de alimento de vital importancia para los herbívoros de esas latitudes. Sin embargo, a pesar de esta elevada capacidad para crecer en lugares con condiciones ambientales tan dispares, los líquenes son extremadamente sensibles y están ausentes en los ambientes contaminados, tanto urbanos como industriales.

Interés y aplicaciones de los líquenes

Los hongos liquenizados tienen un interés biológico-evolutivo incuestionable debido a su naturaleza dual, por su origen muy antiguo y polifilético. Además, se trata de seres pioneros o primoinvasores en la colonización de nuevos sustratos e intervienen en procesos de creación de suelo (la edafogénesis). Tienen valor nutritivo puesto que la liquenina (‘almidón de musgo’) por hidrólisis libera glucosa. A nivel industrial son importantes para la obtención de colorantes, tornasol, o esencias para perfumes. El uso medicinal es significativo puesto que muchas sustancias líquénicas, productos del metabolismo secundario, tienen un elevado interés debido a su actividad antibiótica, antiinflamatoria o antioxidante.

Los líquenes se utilizan como bioindicadores y biomonitores de la calidad del aire debido principalmente a que son singularmente susceptibles a la presencia de dióxido de azufre en el medio. Los talos jóvenes son mucho más sensibles a esta contaminación ambiental que los adultos. Por otra parte, en los medios contaminados la producción de soralias e isidios

se reduce considerablemente, limitando por tanto la propagación de estos organismos mediante estas exclusivas diásporas; también la producción de estructuras fértiles (ascomas) generadoras de esporas sexuales se ve igualmente reducida, incluso totalmente abortada en los casos de intoxicación grave. El dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno son los principales responsables de la denominada lluvia ácida, que altera el agua de lluvia imprescindible para el normal crecimiento de los líquenes. El talo reacciona elaborando sustancias liquénicas hidrófobas y reduciendo la superficie expuesta a la lluvia, con lo que la fotosíntesis se limita, además también por la alteración que sufre la clorofila, y consecuentemente el crecimiento. Las variaciones en el crecimiento, cambios de coloración y necrosis de los talos, así como la indicada reducción de estructuras generadoras (asexuales y sexuales) de los líquenes nos da información de como se modifican las condiciones ambientales. Otros contaminantes que les afectan, aunque en menor medida, son el ozono y los metales pesados.

También tiene interés como indicadores de actividad volcánica (con respecto a la emisión de gases). Y otros usos incluyen la datación (liquenometría) de monumentos, esculturas, vidrieras, morrenas postglaciares, etc.; en la valoración de los efectos del cambio climático; y en decoración, preparación de maquetas, etc.

Colonización de las lavas

La colonización liquénica de las lavas depende de la antigüedad y de la situación de las mismas. Aunque los líquenes de las lavas pueden resultar imperceptibles a primera vista, una observación más detenida desvela siempre su existencia, sobre todo en situaciones expuestas a mayor humedad (orientaciones al N-NE) de rocas, promontorios, crestas o bloques; así como en las pequeñas covachas o grietas semisombrías que resultan relativamente húmedas. Sólo en los malpaíses más recientes que están expuestos al S-SW, la superficie ocupada por los líquenes es muy escasa o prácticamente nula, indicativo de que en estos sustratos se están iniciando los procesos de colonización y los talos están en una fase incipiente.

Los líquenes son los primeros vegetales que colonizan las lavas y posteriormente con otros organismos (algunos hongos, musgos, bacterias e incluso insectos), retienen humedad, favorecen la colonización de otros organismos, y sobre todo, producen ácidos que modifican la composición química de las rocas. Hay muchísima información acerca del importante papel que desempeñan los líquenes en la desintegración y descomposición de las rocas, y consecuentemente en la formación de suelo, o mejor dicho de protosuelo, en unas coladas lávicas que de este modo pueden empezar a ser colonizadas por las plantas vasculares. Se trata de una serie de procesos

físicos (biogeofísicos) y químicos (biogeoquímicos) consecutivos, de tal forma que la desintegración mecánica precede a la descomposición química.

Lo que ocurre en realidad es que las rizinas de los líquenes (estructuras de fijación de los líquenes constituidas por hifas del hongo) penetran por las zonas menos consistentes de las rocas. Los sucesivos procesos de expansión y contracción de los talos, en función del grado de hidratación, van provocando microfisuras en el sustrato. Al mismo tiempo, el agua (del suelo y atmosférica), el dióxido de carbono (atmosférico y de la respiración de los organismos), el ácido oxálico (presente en muchos talos), los compuestos fenólicos (también frecuentes en los líquenes) y otras sustancias liquénicas (como los ácidos húmico y fúlvico), reaccionan con los minerales del sustrato. Se forman de este modo suspensiones acuosas, en las que los ácidos indicados más arriba y los compuestos fenólicos actúan como poderosos agentes erosivos.



Fig. 8. Los líquenes, reconocibles por sus variados colores, son los primeros organismos autótrofos que forman poblaciones estables en las lavas próximas al mar.

En estos procesos de bioerosión se producen diferentes reacciones de hidrólisis, oxidación, acidificación, carbonatación, etc. La velocidad de estos procesos erosivos va a depender de las características de las lavas, de las condiciones climáticas, de la acción antrópica y del factor tiempo. Todos estos procesos van a condicionar la secuencia de colonización futura.

Por otra parte, los líquenes acumulan en forma disponible nitrógeno, fósforo y azufre, que son elementos esenciales que pueden ser incorporados al medio durante la formación del suelo, y usados por briófitos y plantas vasculares facilitando la sucesión vegetal. Aunque sólo fuese por esta capacidad de formar suelo y ser precursores de la vida vegetal en ambientes inhóspitos, el valor ecológico de los líquenes sería no sólo incuestionable sino insustituible.

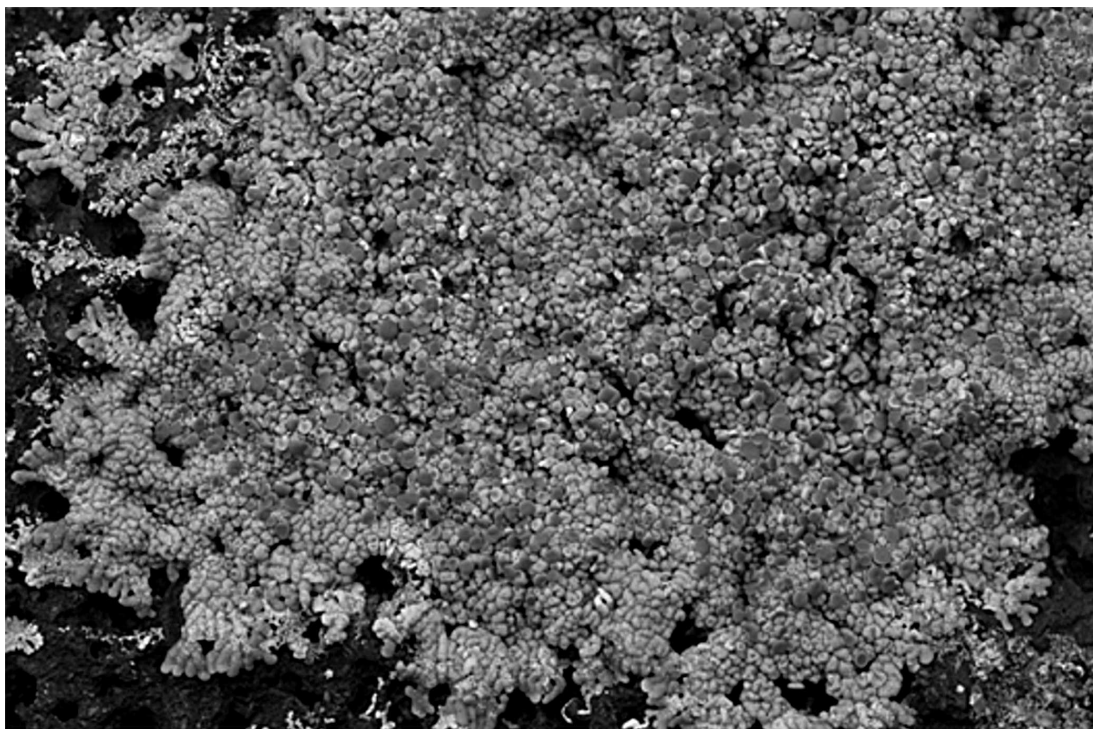


Fig. 9. El liquen crustáceo *Caloplaca gomerana* es una de las especies más características de las lavas de los hábitats costeros.

Con respecto a la secuencia de poblamiento de los nuevos sustratos, generalmente los primeros líquenes que se instalan son los crustáceos, a los que posteriormente se van añadiendo los pequeños foliáceos, luego los grandes foliáceos y finalmente los fruticulosos. Después, si las condiciones climáticas lo permiten, poco a poco se irán instalando especies vegetales más exigentes. Este papel pionero en la colonización de nuevos sustratos se observa no sólo en las lavas volcánicas sino también en las que quedan al descubierto por el retroceso del hielo en los glaciares.

Los líquenes en Canarias: ecología y distribución

Aunque a menudo se establecen en medios desfavorables, incluso muy desfavorables, para su buen desarrollo necesitan condiciones ambientales

específicas, que vienen determinadas por factores ecológicos como el *agua* y la *luz*, y agentes ecológicos como el *viento* y la *contaminación*. También influyen las características físico-químicas del sustrato, la exposición y la acción de otros seres vivos. Lo cierto es que se encargan de formar ‘suelo fértil’ en las condiciones ambientales más adversas, donde la aridez, la erosión o los efectos de los incendios impiden o limitan el desarrollo de vegetales más exigentes.

Las islas Canarias por su especial situación geográfica y características bioclimáticas (frontera entre el mundo templado y el mundo tropical), representan un lugar de encuentro de diferentes corrientes, lo que ha supuesto que la diversidad específica sea en general elevada, por lo que estas islas forman parte de uno de los 25 puntos calientes de biodiversidad a nivel mundial.

Las Canarias ofrecen multitud de hábitats para el asentamiento de los líquenes, que pueden localizarse desde el nivel del mar hasta las más altas cumbres insulares (los 3714 m del Teide). La mayor diversidad se encuentra en el monte verde y en algunos pinares, así como en los promontorios o paredones de las medianías orientados al N-NE, y en la línea de crestería de las cumbres.

Distribución de los líquenes por pisos bioclimáticos

En sentido ascendente vamos a presentar las comunidades liquénicas más características, intentando situarlas en los tradicionales pisos bioclimáticos establecidos, al margen de otras clasificaciones más actuales. Hay que tener en cuenta que este tipo de análisis fitosociológico es siempre comprometido, ya que la menor alteración no ya del hábitat sino de los microhábitats implicados va a suponer cambios notables en el tipo de poblamiento. Por otra parte, si todavía la flora liquénica sigue deparando sorpresas con la incorporación reciente de diversas novedades científicas y corológicas, en lo que respecta a la vegetación liquénica aún no se ha completado su estudio. El conocimiento que se tiene en general de las comunidades liquénicas en Canarias (exceptuando algunos ecosistemas concretos) proviene más de las observaciones sobre el comportamiento ecológico de las distintas especies en particular, que del análisis fitosociológico sistemático de dichas comunidades.

Piso bioclimático inframediterráneo (basal, costero)

En las rocas basálticas salpicadas por el mar (0-5 m s.m.) se localizan algunos líquenes que suelen pasar desapercibidos debido a sus tonalidades oscuras (*Verrucaria*, *Lichina*, *Arthopyrenia*). *Lichina confinis* incluso puede ser cubierta por mar durante las mareas vivas, siendo el líquen que en

Canarias crece en la cota más baja. Las especies de estos géneros son elementos característicos de *Verrucarietum maurae*, asociación halófila que forma una banda oscura y discontinua, siendo una comunidad típica del litoral atlántico.

Las lavas más o menos recientes y soleadas de los malpaíses costeros están ocupadas por una comunidad muy característica y fácil de reconocer, debido al color anaranjado intenso de los talos crustáceos lobulados de las especies dominantes: *Xanthoria resendei* y *Caloplaca gomerana*. El *Xanthorietum resendei* está presente entre 10-100/150 m s.m., es una asociación termófila (adaptada a vivir con temperaturas altas), xeroresistente (soporta la sequedad), halófila (capaz de crecer en ambientes con elevadas cantidades de sal) y heliófila (adaptada a vivir en ambientes soleados). La mayoría de los líquenes de esta asociación son primoinvasores de las lavas poco alteradas. Junto a las especies características citadas más arriba, forman también parte esencial de este poblamiento *Dimelaena radiata*, *Acarospora lavicola*, *Lecanora sulphurella*, *Diploicia canescens* y *Aspicilia spp.*

En situaciones similares, tanto en coladas como en escorias, pero con algo más de humedad y con cierta cantidad de restos de materia orgánica, suele presentarse otra comunidad, el *Ramalinetum bourgeanae*. En este caso los elementos crustáceos son sustituidos por los biotipos fruticulosos verdosos de distintas *Ramalina*, principalmente *R. bourgaeana*, *R. decipiens* y *R. cupularis*.

Las rocas volcánicas que forman paredones subverticales expuestos al N-NE, son colonizados por las distintas especies de *Roccella* (conocidas con el nombre de ‘orchillas’) que actúan como pioneras en la ocupación de estos sustratos. Alcanzan el óptimo en el *Roccelletum tinctoriae* (*Roccelletum canariensis*) que es una de las comunidades liquénicas más características de los acantilados costeros, no sólo de Canarias sino en la Macaronesia. Se establece en una amplia cota altitudinal que va desde los 10-20 hasta 500-600 m s.m. En estas situaciones, la biomasa de las especies fruticulosas participantes (con talos de colores oscuros o claros) suele ser notable, interviniendo principalmente *Roccella canariensis*, *R. tinctoria*, *R. tuberculata*, *R. fuciformis* y *R. phycopsis*. Las orchillas tienen un especial interés porque de estos líquenes se han obtenido tintes naturales muy apreciados de la gama del rojo al violeta, y su exportación, durante varios siglos, supuso una fuente de ingresos importante para Canarias. José de Viera y Clavijo, en su Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias, se refiere a las orchillas como ‘*especie de musgo que criándose sobre las peñas marítimas...*’, y describe la forma en que son recolectadas los orchilleros y la peligrosidad que conlleva esa tarea. También Viera y Clavijo hace referencia a los quintales de producción anual por cada isla y a las técnicas utilizadas para la obtención del colorante. Como curiosidad,

indicar que en El Hierro hemos detectado restos de orchillas en los excrementos del lagarto de Salmor.



Fig. 10. Los talos fruticulosos de color verdoso de las distintas especies del género *Ramalina* suelen conformar densas comunidades, preferentemente en lugares algo húmedos y con aportes de materia orgánica, tanto en las áreas costeras como en las medianías.

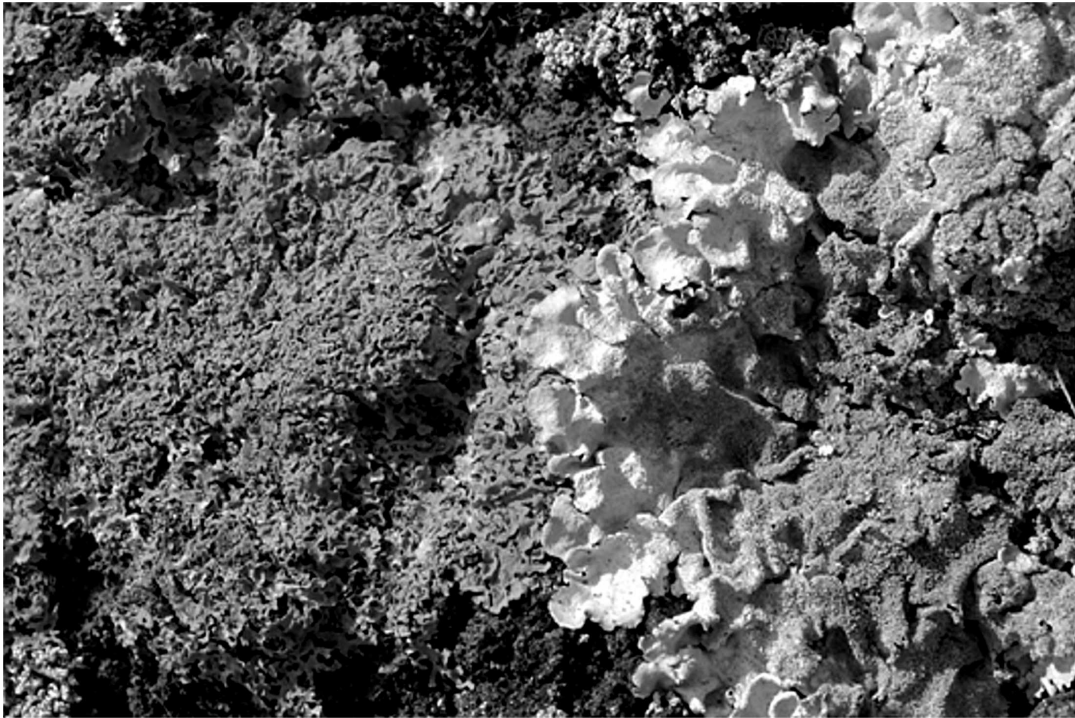


Fig. 11. *Xanthoria calcicola* (izquierda) y *Parmotrema tinctorum* (derecha) son dos especies foliáceas frecuentes sobre las rocas volcánicas, tanto en áreas costeras como en las medianías insulares.



Fig. 12. De las 'orchillas' (distintas especies del género *Roccella*) se obtienen apreciados colorantes naturales. Sus talos fruticulosos, erectos o subpéndulos, presentan diferentes tonalidades.

Otra asociación de zonas costeras, que coloniza las superficies relativamente planas de las coladas lávicas es el *Parmelietum pseudotinctorum*, caracterizado por la intervención de líquenes foliáceos. Estos líquenes foliáceos están provistos de isidios (proyecciones de la superficie del talo revestidas de córtex, que se pueden desprender como propágulos vegetativos). *Parmotrema pseudotinctorum* y *P. tinctorum* se caracterizan por su color gris perla, mientras que *Xanthoparmelia tinctoria* tiene tonalidad verde-amarillenta.

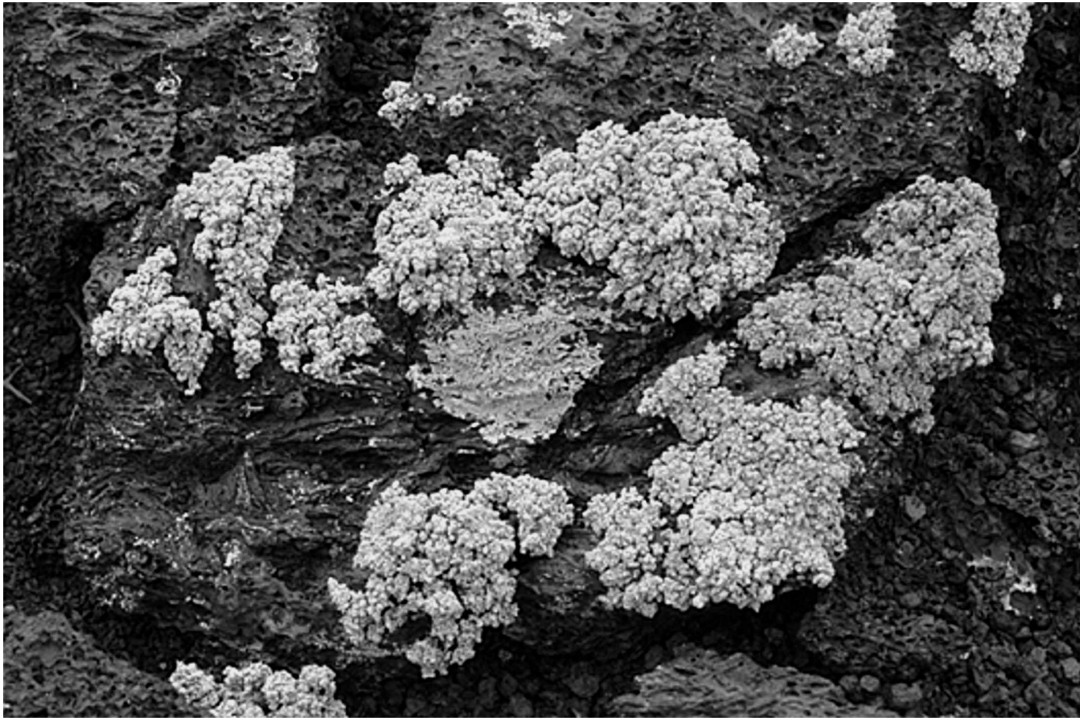
Las pequeñas cuevas, oquedades, badenes, grietas y fisuras del basalto, son ambientes algo resguardados donde se acumulan materiales pulverulentos, y permiten el asentamiento de comunidades liquénicas terrícolas como el *Fulgensietum fulgentis*. Intervienen aquí especies escumulosas que suelen formar manchas relativamente dispersas de distintos colores; mientras que en el *Diploschistetum albescentis* destacan los talos crustáceo-escumulosos y blanco grisáceos de las especies de *Diploschistes* y de *Acarospora*.

Piso bioclimático termomediterráneo (montano)

En la zona de transición entre los pisos bioclimáticos inframediterráneo y termomediterráneo las comunidades liquénicas establecidas sobre las rocas volcánicas, al igual que las de las plantas vasculares en los suelos, son tremendamente diversas. En los paredones, escarpes, promontorios y roquedos, los líquenes cubren amplias superficies en las exposiciones al N-NE, configurando mosaicos multicolores. Entre las asociaciones más frecuentes se presentan distintas *Pertusarietum* (sobre todo *P. gallicae*), *Lecanoretum*, *Aspicilietum*, *Caloplacetum* y *Ramalinetum*, cuyos índices de cobertura y composición florística varían notablemente según los distintos ambientes.

Stereocaulium vesuvianum es una de las más típicas asociaciones pioneras. Las poblaciones de *Stereocaulum vesuvianum* son higrófilas, fotófilas, xerorresistentes y moderadamente nitrófilas. Esta especie, también frecuente en las lavas del Etna y el Vesubio, es un líquen fruticuloso de aspecto almohadillado o de cojinete, más o menos robusto y densamente ramificado, de color grisáceo o gris blanquecino. Forma una comunidad muy homogénea, con poca diversidad específica, que puede ocupar una gran extensión, tal como en las lavas de Timanfaya (Lanzarote), del Chinyero (Tenerife) o en Fuencaliente (La Palma). Esta asociación se puede extender desde el inframediterráneo (50-100 m s.m.) hasta aproximadamente la cota de 700-800 m s.m. Presenta dos variantes ecológicas que colonizan lavas situadas a mayor altitud (entre 1000-1600 m s.m.), ya en los pisos termo y mesomediterráneo. *Stereocaulon azoreum* es la especie dominante en el monte verde; mientras que en el pinar participan especies de

Lethariella y *Cetraria aculeata*, llegando a la cota de 1700 m en la vertiente norte del Parque Nacional del Teide.



Figs 13 y 14. *Stereocaulon vesuvianum* es una de las especies pioneras más eficaces en la colonización de las lavas en diferentes cotas altitudinales. Las comunidades son muy homogéneas (arriba). Detalle de un espécimen (abajo).

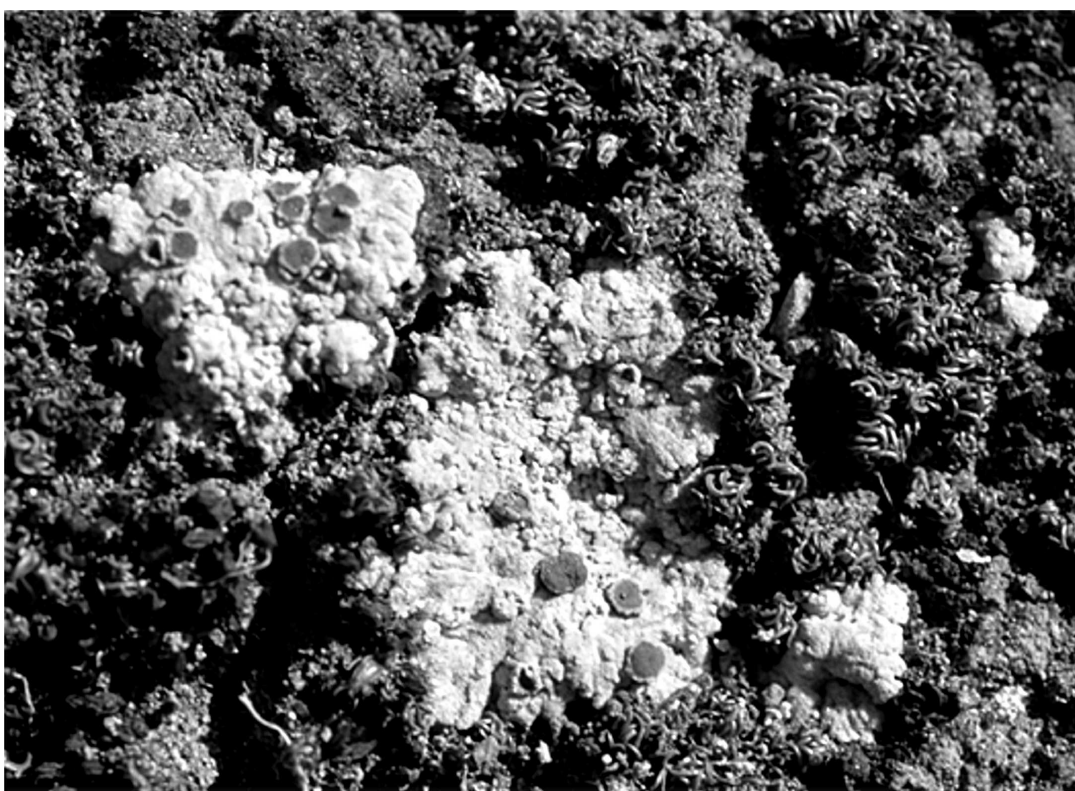
La influencia de los vientos alisios y la formación del denominado mar de nubes, permite distinguir en este piso bioclimático dos situaciones distintas: el termomediterráneo subhúmedo-húmedo (montano húmedo) y el termomediterráneo seco (montano seco).

Las áreas de monteverde corresponden a la situación húmeda, y en general, en estas cotas la biota líquénica de las rocas volcánicas es anecdótica frente al protagonismo que alcanzan las comunidades líquénicas epífitas, especialmente en los lugares más expuestos y venteados. La gran riqueza florística y densa cobertura, líquénica y briofítica, que presentan troncos y copas, así como las comunidades del sotobosque, enmascaran a primera vista a los líquenes rupícolas. No obstante, en los afloramientos rocosos, a veces escasos, los líquenes sí se hacen notar, compitiendo con los briófitos por el espacio. Son especialmente llamativas las especies crustáceas que conforman mosaicos multicolores, que en los lugares más expuestos con orientación N-NE pueden llegar a coberturas de casi el 100%. En estos poblamientos se observan trazas de distintas asociaciones, generalmente imbricadas, cuyo análisis fitosociológico es bastante complejo. Entre ellas, *Stereocaulium vesuvianum* (con *S. azoreum*, endemismo macaronésico), *Rhizocarpetum alpicolae* (*Rhizocarpetum geographicae*), distintas *Pertusarietum*, *Aspicilietum*, *Lecanoretum*, *Ramalinetum*, *Acarosporium*, *Caloplacetum* y facies de *Parmelietum* y *Diploschistetum*.

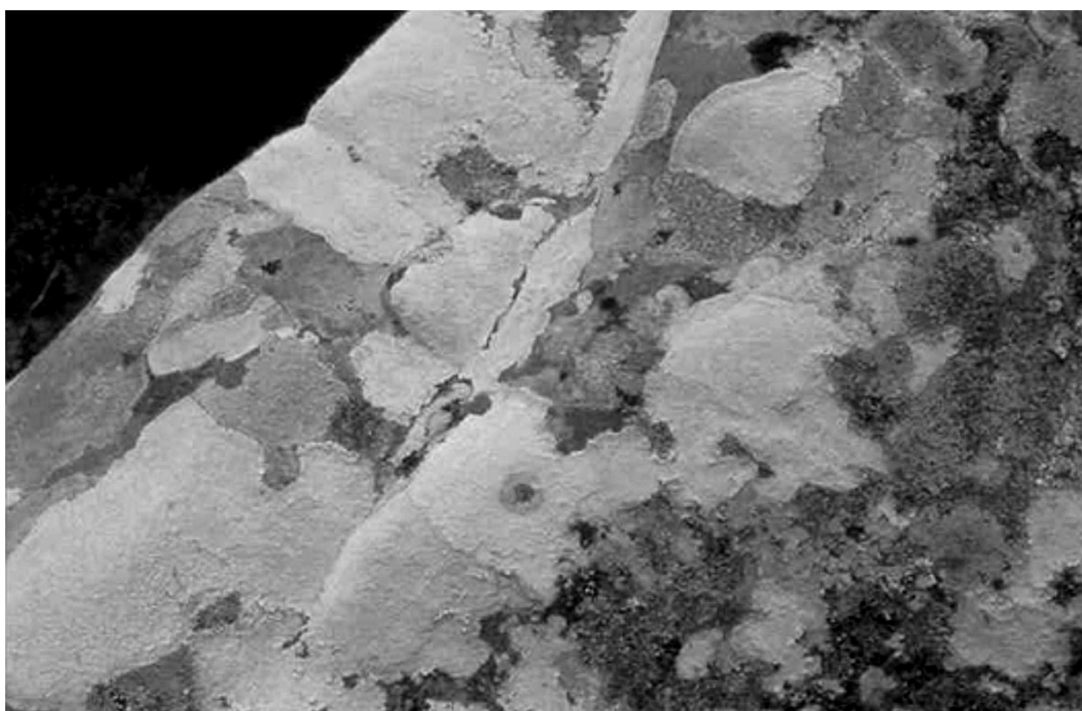
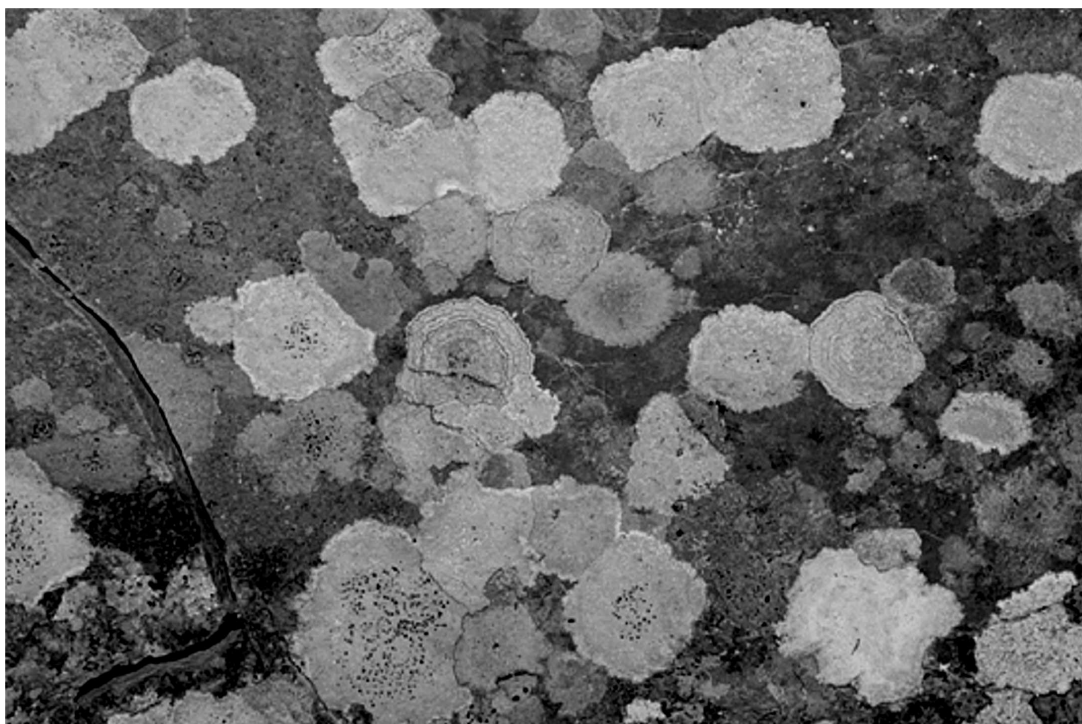
Estas comunidades de rocas son especialmente espectaculares y tremendamente variadas en los grandes roques, espigones y paredones de Los Tiles (La Palma), Garajonay (La Gomera) y en los montes de Agua García y Anaga. (Tenerife). En varios lugares de estas formaciones boscosas hay que destacar la participación de interesantes especies, que pueden catalogarse como variantes locales, tales como *Thelomma mammosum*, *Anomalographis madeirensis* o *Roccella elisabethae*.

Otro tipo de comunidades establecidas en rocas, pero más nitrófilas y termófilas, son las que se instalan en los oteaderos de las aves, donde los excrementos enriquecen notablemente la concentración de nitrógeno. En las orientaciones al sur de estos promontorios, el dominio corresponde a líquenes foliáceos y subfoliáceos de *Xanthorietum-Physcietum*. Es el caso de especies como *Xanthoria calcicola*, *X. parietina*, *Physcia tribacia* o *Physcia dimidiata*. *Xanthoria parietina* es una especie cosmopolita, que crece preferentemente en la corteza de los árboles, que ha sido utilizada como sucedáneo de la quina en el tratamiento del paludismo, además de como líquen tintóreo.

Los pinares corresponden a la situación seca del piso bioclimático mesomediterráneo. Como sucedía en el monteverde, salvo en ambientes excepcionales, los líquenes establecidos sobre las rocas volcánicas son menos llamativos que los que crecen epífitos sobre los árboles.



Figs 15 y 16. En las fisuras, grietas y vaguadas de las coladas, donde se acumula una pequeña cantidad de tierra, se forma un ambiente singular en el que prosperan algunas especies de líquenes como *Squamarina cartilaginea* (arriba) o *Fulgensia fulgens* creciendo entre briófitos (abajo).



Figs 17 y 18. Los roquedos y paredones situados en el dominio del monte verde suelen estar ocupados por distintos líquenes con biotipo crustáceo que conforman llamativos 'mosaicos' de colores variados. En estos hábitats las comunidades saxícolas implicadas son muy variadas, con coberturas cercanas al 100% en las situaciones orientadas al N-NE. Las especies más frecuentes corresponden a *Caloplaca*, *Aspicilia*, *Lecanora*, *Lecidella* y *Rinodina*.

No obstante, son muchas y abundantes las especies crustáceas que cubren las superficies rocosas. Pertenecen principalmente a los géneros *Aspicilia*, *Rhizocarpon*, *Lecanora*, *Caloplaca*, *Pertusaria*, *Ochrolechia*, *Diploschistes*, *Lecidea*, *Lecidella*, *Rinodina*, *Tephromela*, *Protoparmelia*, o *Candelariella*. También algunos líquenes foliosos de *Xanthoparmelia*, *Physcia*, *Xanthoria*, *Ramalina*, *Parmelia* o *Parmotrema*, crecen en estas rocas. Estas comunidades (algunas compartiendo el espacio con briófitos) suelen ser de difícil y comprometido diagnóstico.

Entre las asociaciones más habituales destacan *Aspicilietum*, *Rhizocarpetum*, *Caloplacetum*, *Pertusarietum* y la variante ecológica de *Stereocaulium vesuvianum* con *Lethariella canariensis*, *L. intricata* y *Cetraria aculeata*, comentada previamente. La denominada ‘usnea canaria’ (*Lethariella canariensis*) es una especie fruticulosa, péndula, con un llamativo color anaranjado, cuyas sustancias líquénicas (como el ácido canariónico, letaral y otros polifenoles, canariona, etc.) han mostrado actividad antibacteriana, citostática y antioxidante.

Pisos bioclimáticos supra y oromediterráneo (alta montaña)

A partir de los 2000 m s. m., cotas que sólo se superan en las islas de Tenerife y La Palma, se entra en el dominio de la alta montaña canaria.

Los líquenes aquí han sufrido un proceso de acomodación o adaptación a la singularidad de nuestras más altas cumbres insulares. Estos ambientes, con accidentada orografía, espectacular geología y singularidad climática, ofrecen multitud de hábitats para el asentamiento de los líquenes. En ambas cumbres son las comunidades establecidas sobre las rocas volcánicas las indiscutibles protagonistas, cubriendo profusamente las áreas más expuestas de las cresterías. Distintas especies de *Rhizocarpon*, *Aspicilia*, *Rhizoplaca*, *Acarospora*, *Lecanora*, *Lecidea*, *Caloplaca*, *Candelariella*, *Umbilicaria*, *Lasallia*, etc., junto a *Pleopsidium chlorophanum*, *Dimelaena oreina* y *Lecidea atrobrunnea* conforman el conjunto poblacional más característico de las zonas sumitales. *Xanthoria elegans* y *Physcia albinea* son dos de las especies más frecuentes que crecen en las rocas de la alta montaña canaria, sobre todo en situaciones de extraplomo en ambientes algo nitrófilos.

Rhizocarpetum alpicolae, *Dimelaenetum oreinae* y *Umbilicarietum cylindricae* son algunas de las asociaciones más representativas.

Como ‘tripas de roca’ se conocen las especies foliáceo-umbilicadas de *Umbilicaria* y *Lasallia*, que fueron utilizadas como alimento directo por los primeros exploradores del Ártico. De *Rhizocarpon geographicum*, líquen pionero en la colonización de lavas en áreas de pinar y en las cumbres, se conoce perfectamente su tasa de crecimiento anual, por lo que se utiliza a menudo para la realización de dataciones diversas, especialmente en estudios geomorfológicos. Se reconoce fácilmente por su llamativo talo

fisurado, de color verde amarillento más o menos intenso, y por sus ascomas e hipotecio negros.

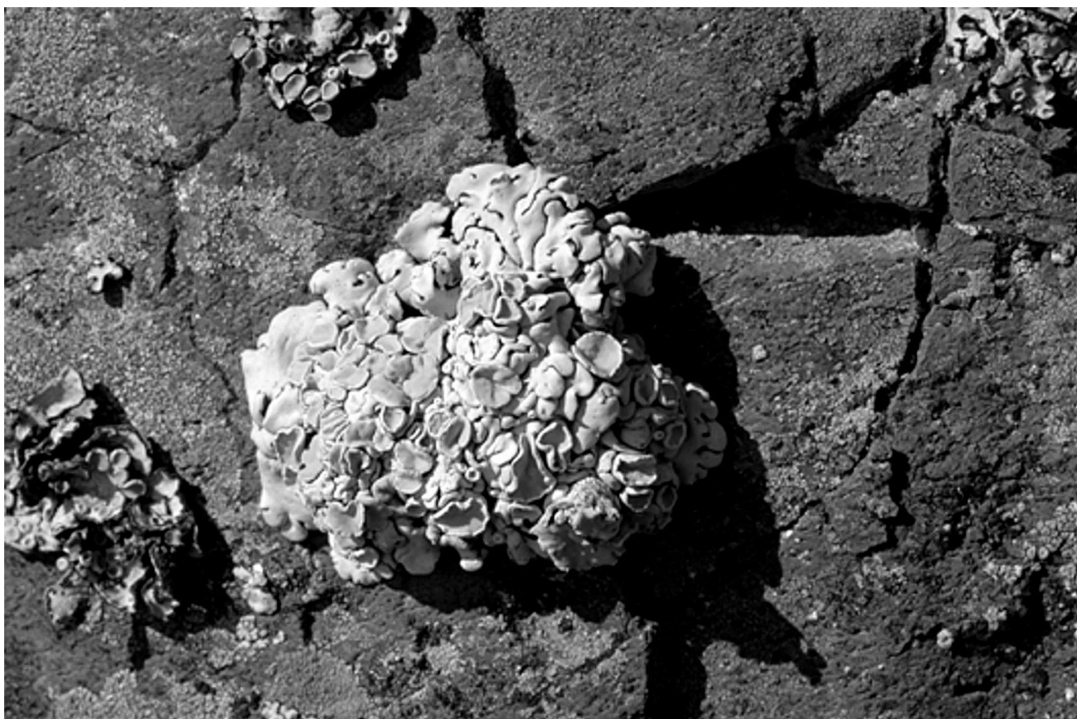
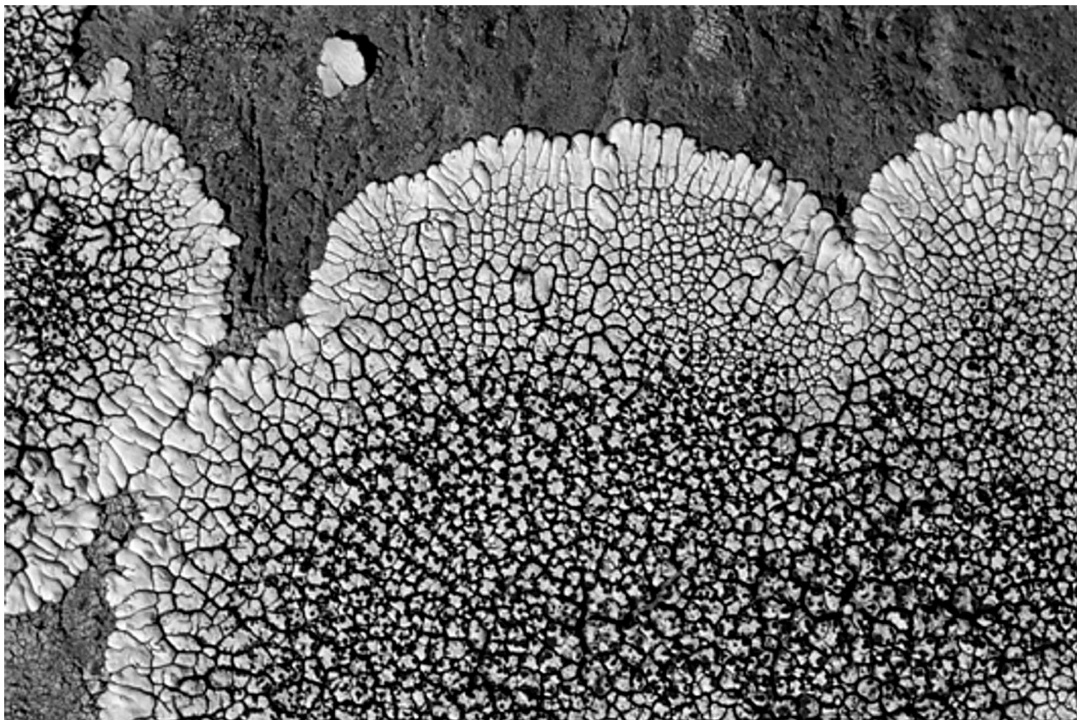


Fig. 19. (arriba) *Dimelaena oreina* es un liquen crustáceo de color verdoso y lobulado característico de las lavas de la alta montaña canaria.

Fig. 20. (abajo) *Rhizoplaca chrysouleuca* tiene biotipo foliáceo-umbilicado y también es común en las lavas de Las Cañadas del Teide.



Fig. 21. En las rocas volcánicas de las cumbres, preferentemente en paredones sombríos, son comunes las especies oscuras del género *Umbilicaria*, que son conocidas como 'tripas de roca'.

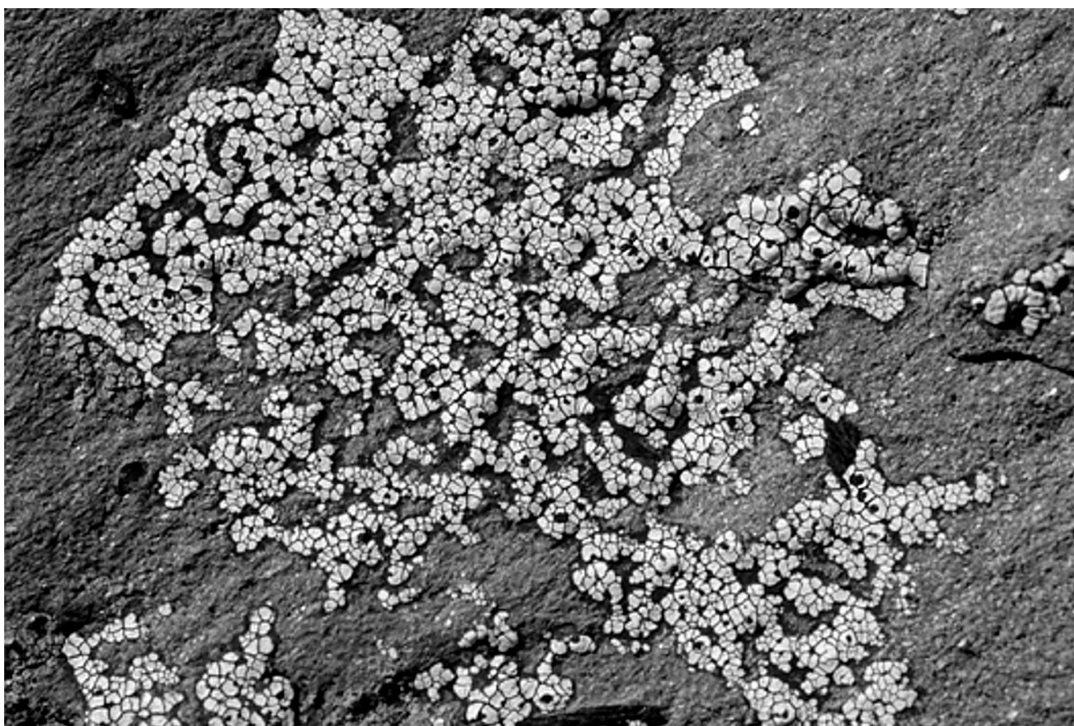


Fig. 22. *Rhizocarpon geographicum* es otra exitosa especie pionera en la colonización de las lavas, en distintos pisos bioclimáticos, sobre todo de las medianías y alta montaña.

Por encima de los 2700-3000 m s. m. se produce una notable y drástica disminución de los líquenes en las cumbres de Tenerife. Sólo prosperan las especies más adaptadas a las duras condiciones ambientales: *Aspicilia*, *Acarospora*, *Rhizocarpon*, *Caloplaca*, *Candelariella* y *Rhizoplaca melanophthalma*, pionera por excelencia en las lavas del Teide y de presencia casi constante en todo el ámbito del Parque Nacional.

Desde los 3500 y hasta los 3718 m s. m., en la cumbre del Pico, las especies crustáceas son capaces de resistir el rigor del medio, cada vez más exigente, incluyendo la emisión de gases sulfurosos de las fumarolas. Son especies de *Acarospora* gr. *fuscata*, *Caloplaca* gr. *arenaria* y diversas *Aspicilia* y *Candelariella*, las que ocupan estos ambientes bajo la forma de talos incipientes y muy dispersos. También resiste *Rhizoplaca melanophthalma*, y un interesante liquen fruticuloso del género *Stereocaulon* (probablemente del grupo *alpinum*). En este hábitat tan especial se han identificado algunos briófitos, cianobacterias y muy pocas plantas vasculares.

Supervivencia en condiciones extremas

Está suficientemente acreditada la elevada capacidad que tienen los líquenes en general, y de muchas de las especies comentadas en particular, para colonizar y adaptarse a hábitats ecológicamente duros. En este sentido, señalar que dos de las especies que crecen en rocas más frecuentes en la alta montaña canaria y de amplia distribución geográfica, *Xanthoria elegans* y *Rhizocarpon geographicum*, han sido enviadas recientemente al espacio en un interesante y curioso experimento exobiológico (Biopan-5, 'Lichens'). El experimento pretendía probar la capacidad de supervivencia de los líquenes tras ser expuestos a las duras condiciones del medio extraterrestre, y resistieron. De vuelta, en el laboratorio se comprobó que las funciones vitales no habían sido interrumpidas ni alteradas. Por eso los líquenes pueden ser catalogados, como 'campeones de supervivencia en las condiciones más hostiles' (C. Ascaso, investigadora del C.S.I.C.).

Por último, debemos resaltar una vez más, que nuestros protagonistas, por su gran resistencia y capacidad adaptativa, pueden vivir y sobrevivir en ambientes muy diversos, a veces incluso extremadamente hostiles. Los líquenes están omnipresentes en la Naturaleza, porque han colonizado hábitats de todas las zonas climáticas de la Tierra. Por el contrario, su 'talón de Aquiles' es que son extremadamente sensibles a los contaminantes atmosféricos, principalmente debido a su gran capacidad de absorción, que les permite obtener no sólo agua y nutrientes sino también los contaminantes en suspensión presentes en la atmósfera. Los convierte de esta manera en fieles sensores de la calidad del aire. Habría que prestar una particular atención a aquellos lugares en los que la biota líquénica es

inapreciable o está ausente. Es un indicador de que algo está ocurriendo, que el medio ambiente está negativamente alterado. Por el contrario, cuando los líquenes crecen abundantes, exuberantes, es la mejor indicación de que la calidad del aire es óptima: ¡a respirar a pleno pulmón!

Referencias

- ADAMO, P. & P. VIOLANTE (2000). Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity. *Applied Clay Science* 16: 229-256.
- APRILE, G.G., R. GAROFALO, M.A. COCCA & M. RICCIARDI (2001). La flora licencia del complejo Somma-Vesuvio (Napoli). *Allionia* 38: 195-205.
- EGEA, J. M., C. HERNÁNDEZ PADRÓN & X. LLIMONA (1987). Aportación al conocimiento de las comunidades de líquenes saxícolas de los pisos inferiores de Tenerife (Canarias). *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 54 (Sec. Bot. 6): 37-53.
- GALÁN CELA, P. (1983). Los líquenes, un mundo prodigioso e ignorado. *Vida Silvestre* 48: 206-217.
- GONZÁLEZ MANCEBO, J.M., E. BELTRÁN TEJERA, A. LOSADA LIMA & L. SÁNCHEZ-PINTO (1996). *La vida vegetal en las lavas históricas de Canarias*. 255 pp. Ed. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- GRASSO, M.F., R. CLOCCHIATTI, F. CARROT, C. DESCHAMPS & F. VURRO (1999). Lichens as bioindicators in volcanic areas: Mt. Etna and Vulcano Island (Italy). *Environmental Geology* 37(3): 207-217.
- HERNÁNDEZ PADRÓN, C. (1992). Flora y vegetación liquénica de las Islas Canarias. En G. Kunkel (coord.) *Flora y Vegetación del Archipiélago Canario*: 151-170. Ed. Edirca.
- HERNÁNDEZ PADRÓN, C.E., D. SICILIA MARTÍN, I. PÉREZ VARGAS, P.L. PÉREZ DE PAZ & J. ETAYO SALAZAR (2004). Líquenes y hongos liquenícolas. En Beltrán Tejera, E. (ed.): *Hongos, líquenes y briófitos del Parque Nacional de La Caldera de Taburiente*: 233-350. O. A. Parques Nacionales, Serie Técnica. Madrid.
- HERNÁNDEZ PADRÓN, C.E., D. SICILIA MARTÍN, I. PÉREZ VARGAS, P.L. PÉREZ DE PAZ & J. ETAYO SALAZAR (2008). Líquenes. En Beltrán Tejera, E. (ed.): *Hongos, líquenes y briófitos del Parque Nacional de Garajonay (La Gomera, Islas Canarias)*: 391-564. O. A. Parques Nacionales, Serie Técnica. Madrid.
- HERNÁNDEZ, C., I. PÉREZ VARGAS, D. SICILIA & P.L. PÉREZ DE PAZ (2009). Los líquenes de la alta montaña canaria. In Beltrán Tejera, E., J. Afonso-Carrillo, A. García Gallo & O. Rodríguez Delgado (Eds.):

- Homenaje al Profesor Dr. Wolfredo Wildpret de la Torre*. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna (Tenerife, Islas Canarias). Monogr. 78: 489-499.
- PURVIS, W. & M. WEDIN (1999). El éxito todoterreno de los líquenes. *Mundo Científico* 200: 56-59.
- SMITH, C.W. (1981). Bryophytes and Lichens of the Puhimau Geothermal Area, Hawai Volcanoes National Park. *The Bryologist* 84: 457-466.
- SYERS, J.K. & I.K. ISKANDAR (1973). Pedogenetic Significance of Lichens. In Ahmadjian, V. & M. E. Hale (eds.): *The Lichens*: 225-248. Academic Press.
- VALENTÍN MAGANTO, M.A. (1984). Los líquenes como bioindicadores de actividad volcánica. Aplicación al volcán Timanfaya (Lanzarote), 21 pp. + Anexos. C.S.I.C. (*inéd.*).