

# LÍQUENES: PAISAJES EN MINITAURA



Gerardo Jesús García Cuesta      Marzo-2016

# LOS LÍQUENES

Los líquenes son asociaciones entre un hongo heterótrofo (organismo micobionte) y organismos fotoautótrofos –algas y cianobacterias– (fotobionte).

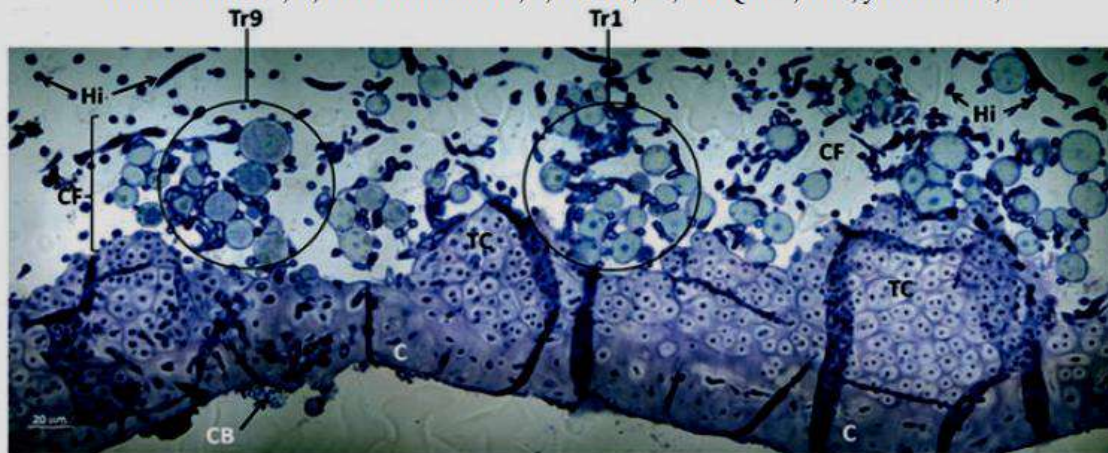


El hongo conforma el cuerpo vegetativo del líquen, protegiendo al alga de las radiaciones directas del sol y le da agua y sales minerales.

La cianobacteria, le cede al hongo glucosa y nutrientes derivados del nitrógeno.

El alga a su vez realiza fotosíntesis y cede al hongo ribitol (polialcohol).

GARCÍA-BREIJO, F., REIG-ARMIÑANA, J., SALVÁ, G., VÁZQUEZ, V.M., y BARRENO, E.



Talo de *Ramalina farinacea* teñidas con azul de toluidina

**\*\*\* Los micobiontes más comunes son hongos ascomicetos, tal vez el 98%, y sólo el restante 2% corresponde a los Basidiomicetos y Deuteromicetos (*Fungi Imperfecti*)**

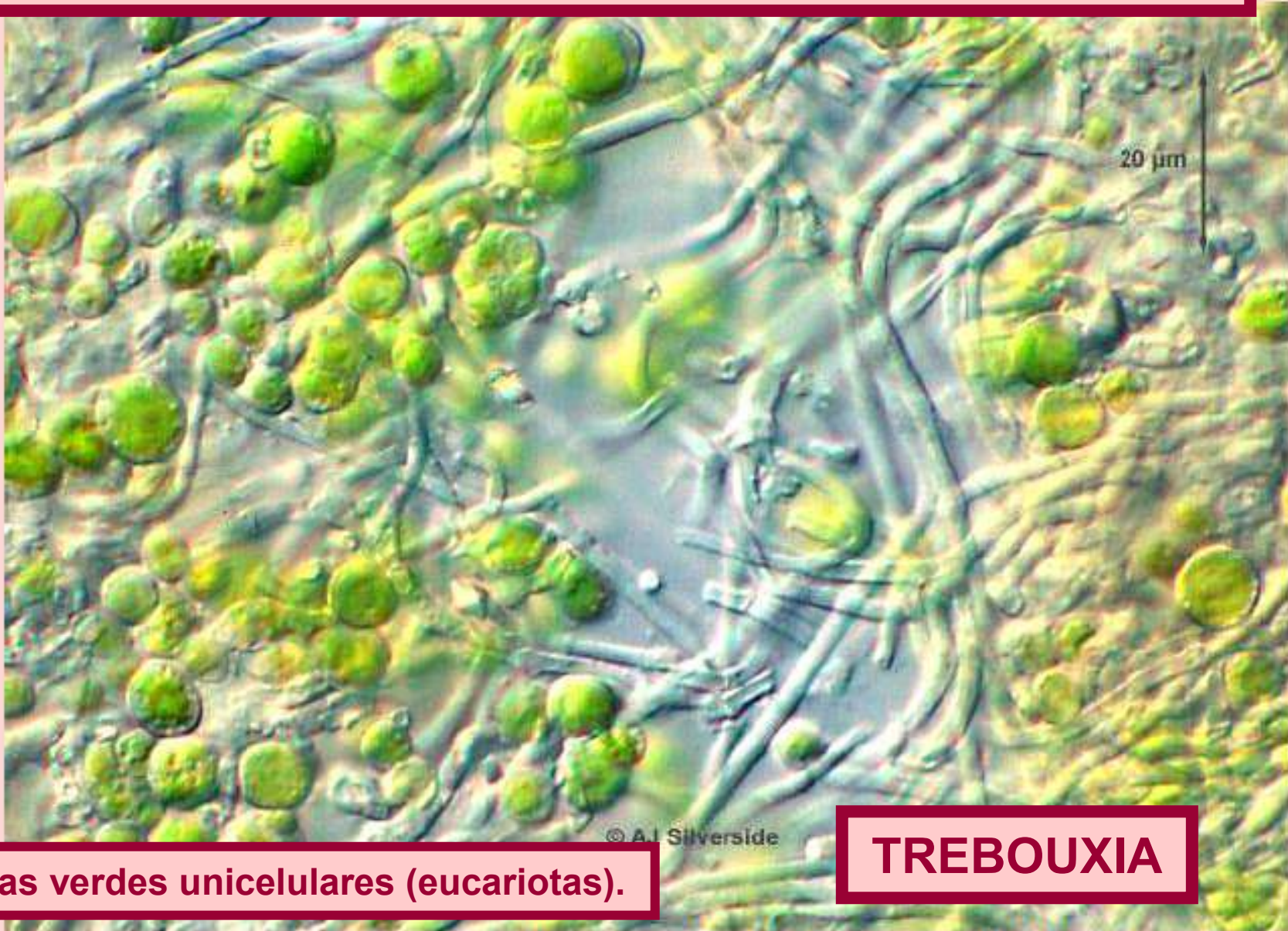


*Cladonia chlorophaea* (Ascolíquenes)



*Dictyonema glabratum* (basidiolíquenes)

ALGAS: TREBOUXIA, TRENTEPOHLIA, COCCOMYXA ...



Algas verdes unicelulares (eucariotas).

TREBOUXIA

*Parmelia sulcata*

Kindrogan, Perthshire, April 2002.

# Las cianobacterias:

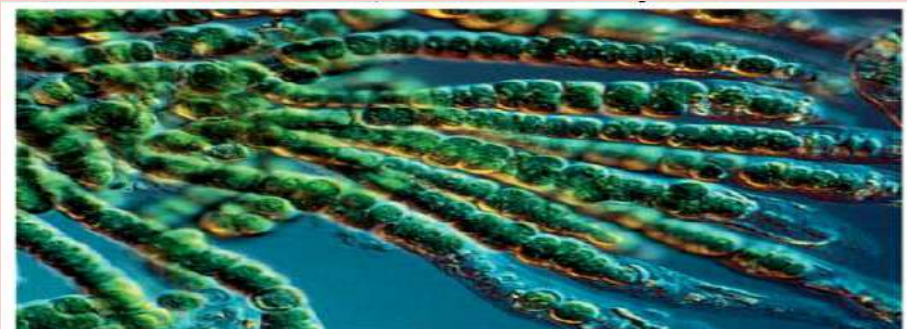
Han sido organismos cruciales en la evolución de los seres vivos en la Tierra, y por supuesto, en nuestra supervivencia.

Parece que surgieron hace 3.800 millones de años (PELEATO SÁNCHEZ M. L., 2011).

1- Las cianobacterias desarrollaron la fotosíntesis oxigénica con presencia de oxígeno en la atmósfera hace unos 2.400 millones de años. (PELEATO SÁNCHEZ M. L., 2011).

2- Las cianobacterias tienen un papel muy relevante en la introducción de nitrógeno en los Ecosistemas.

El nitrógeno es necesario, para todos los seres vivos, porque forma parte de los aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos ...



Cyanobacteria

40  $\mu\text{m}$

CIANOBIONTES: NOSTOC, SCYTONEMA, STIGONEMA,  
CALOTHRIX... (PROCARIOTAS)

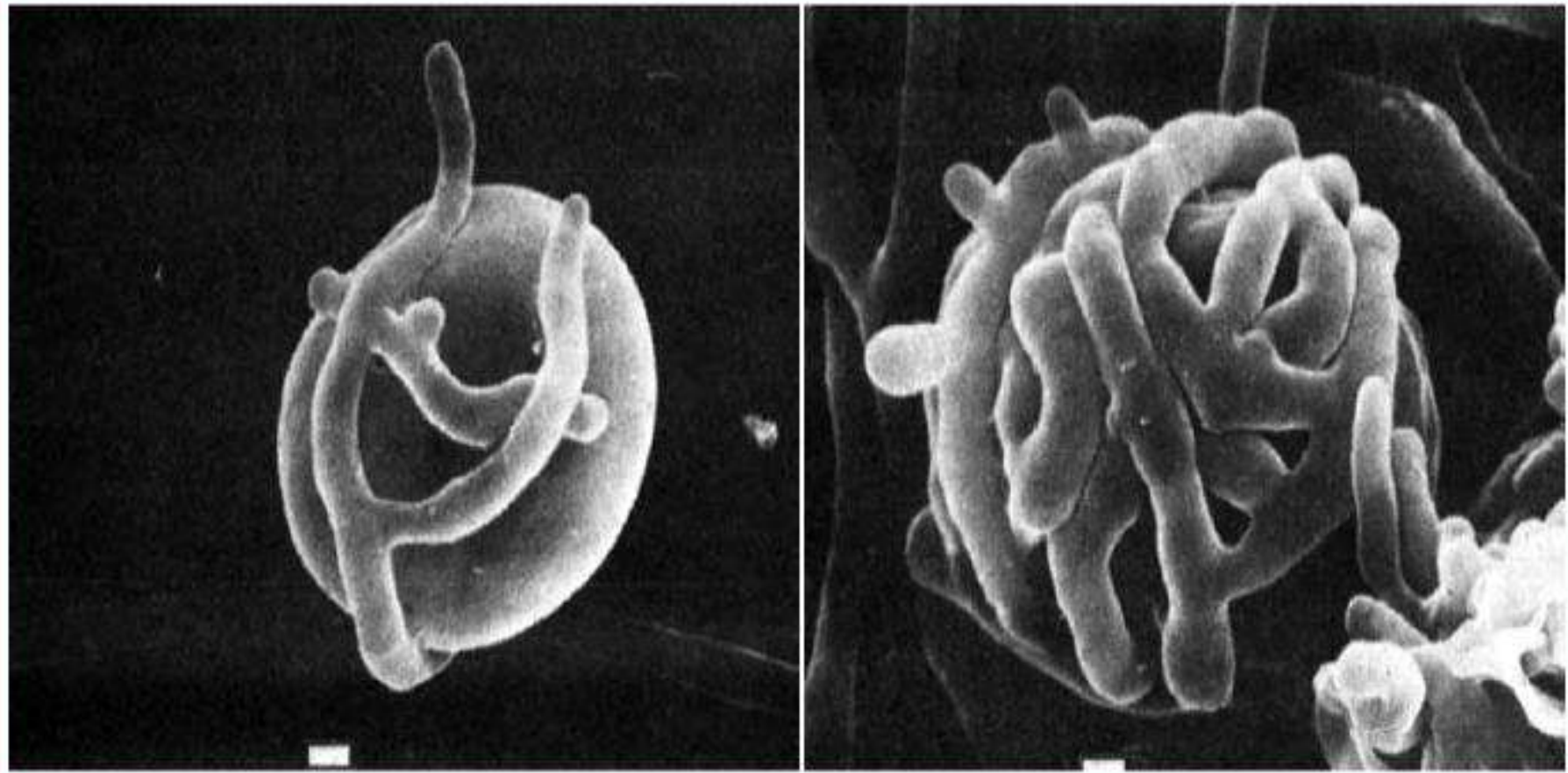


*Nostoc*

*Leptogium saturninum* © Olivier Gonnet

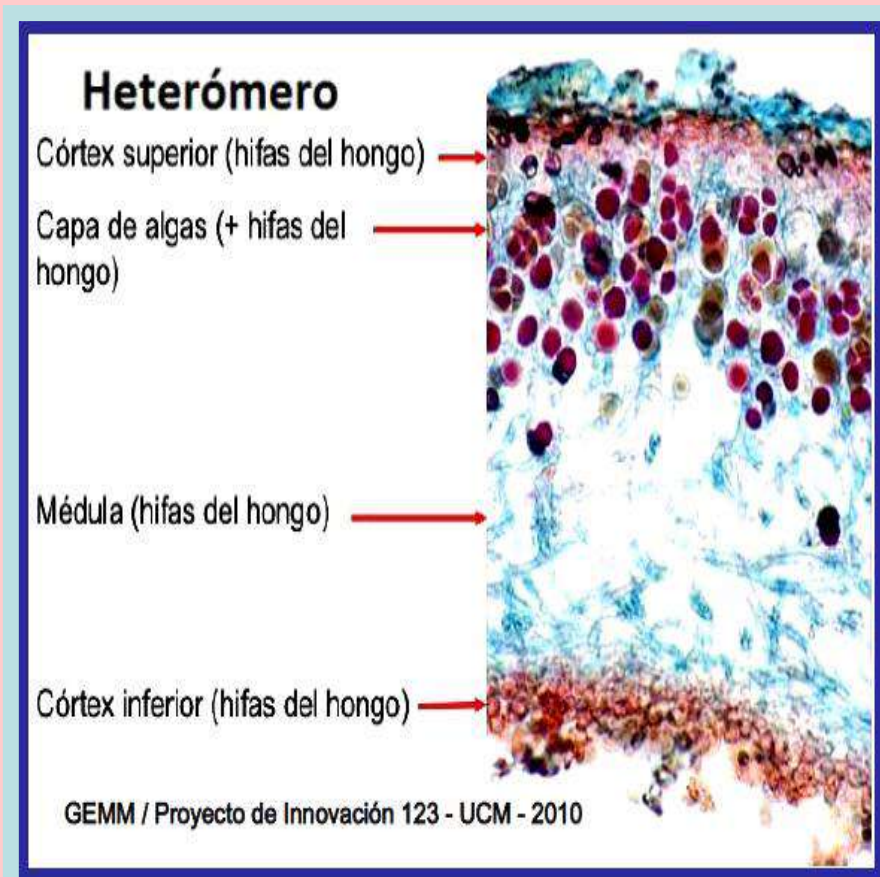
**Desarrollo del micobionte alrededor de células de *Trebouxia*.**

**(Tomado de: Ahmadjian & Jacobs, 1981).**

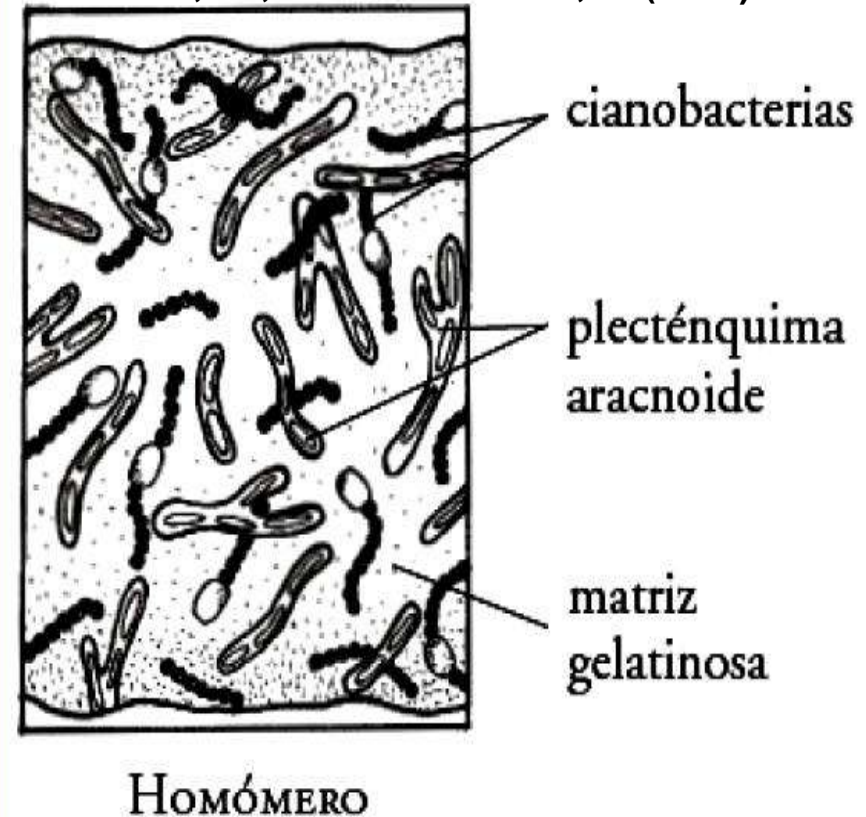




***Talos heterómeros:*** Se desarrollan en la mayor parte de los líquenes y están estratificados internamente.



BARRENO, E. ; PÉREZ ORTEGA, S. (2003)

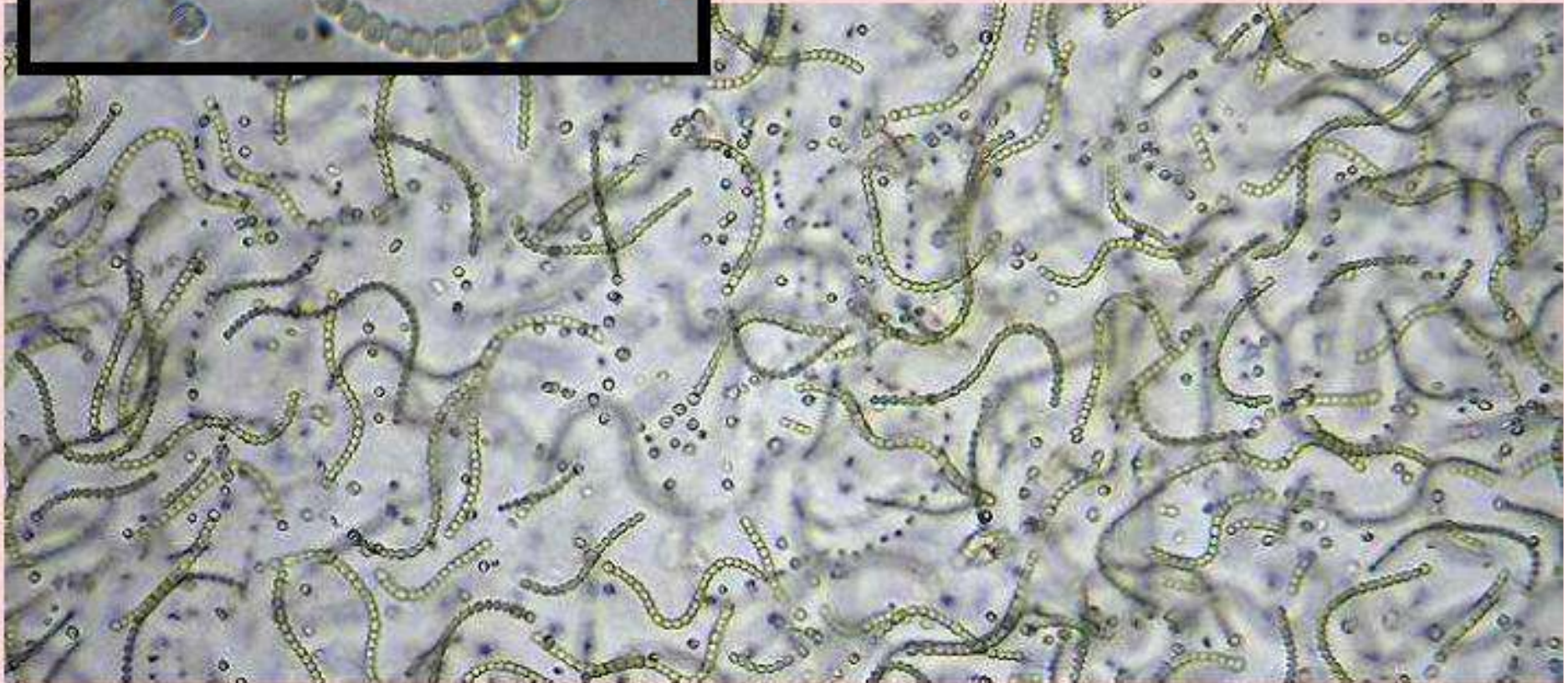


***Talos homómeros:*** Esta estructura permite absorber gran cantidad de agua rápidamente.

**El gonidio o fotobionte es una cianobacteria.**

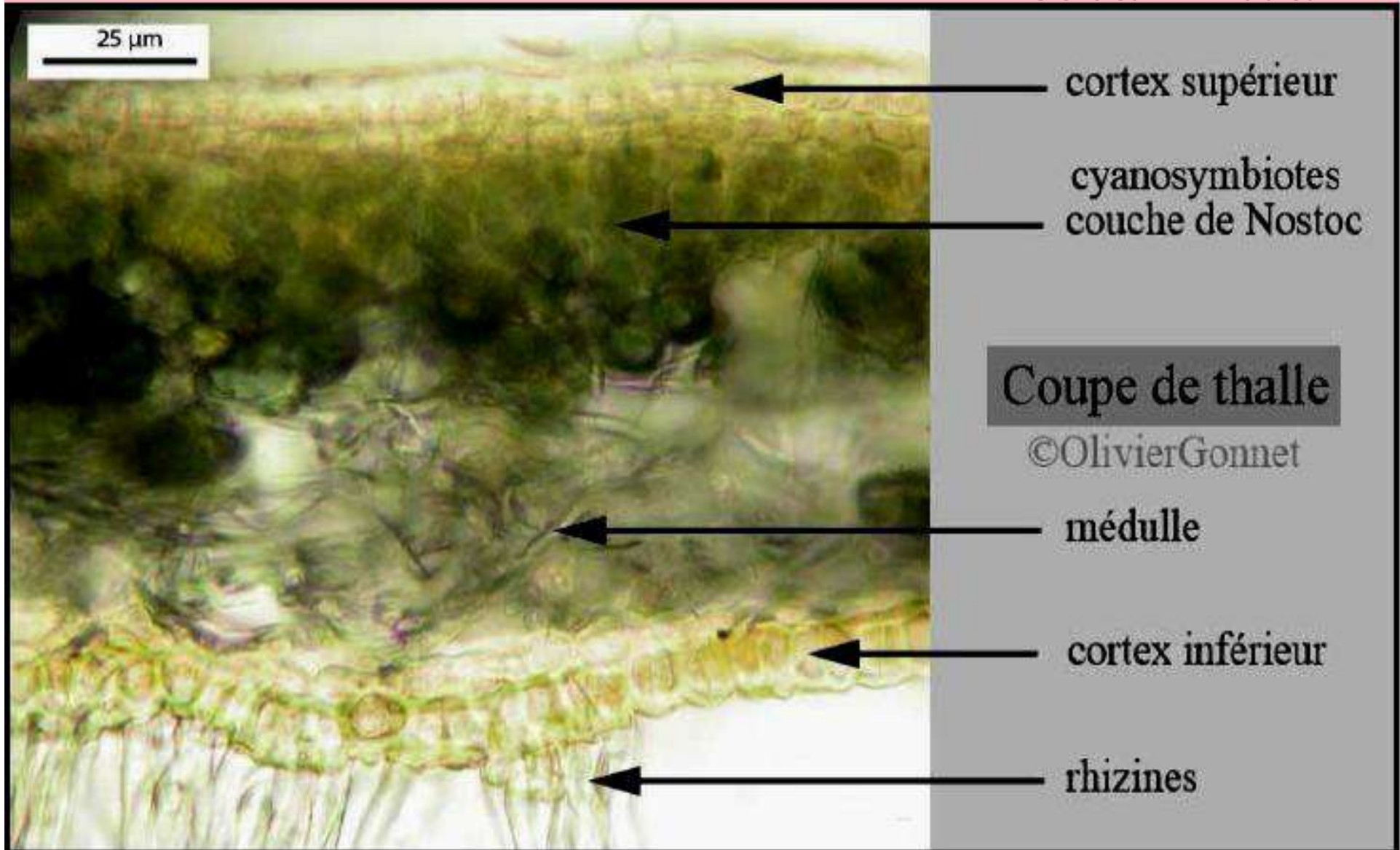
# ESTRUCTURA HOMÓMERA

**Simbiosis:  
cyanophyta y hongo**



# ESTRUCTURA HETERÓMERA ESTRATIFICADA

*Sticta limbata*



*Usnea hirta*

**ESTRUCTURA  
HETERÓMERA  
SIMETRÍA  
RADIAL**

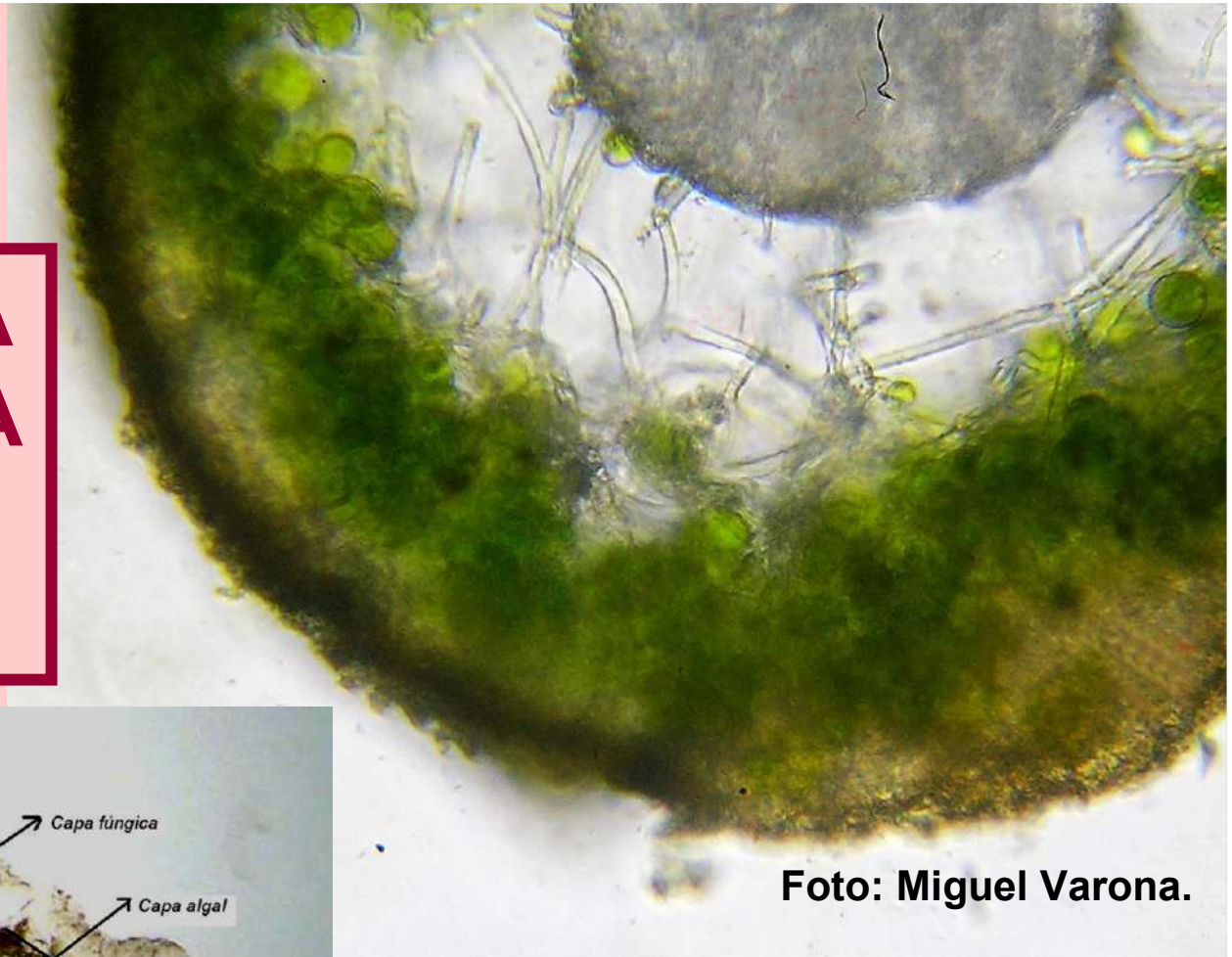
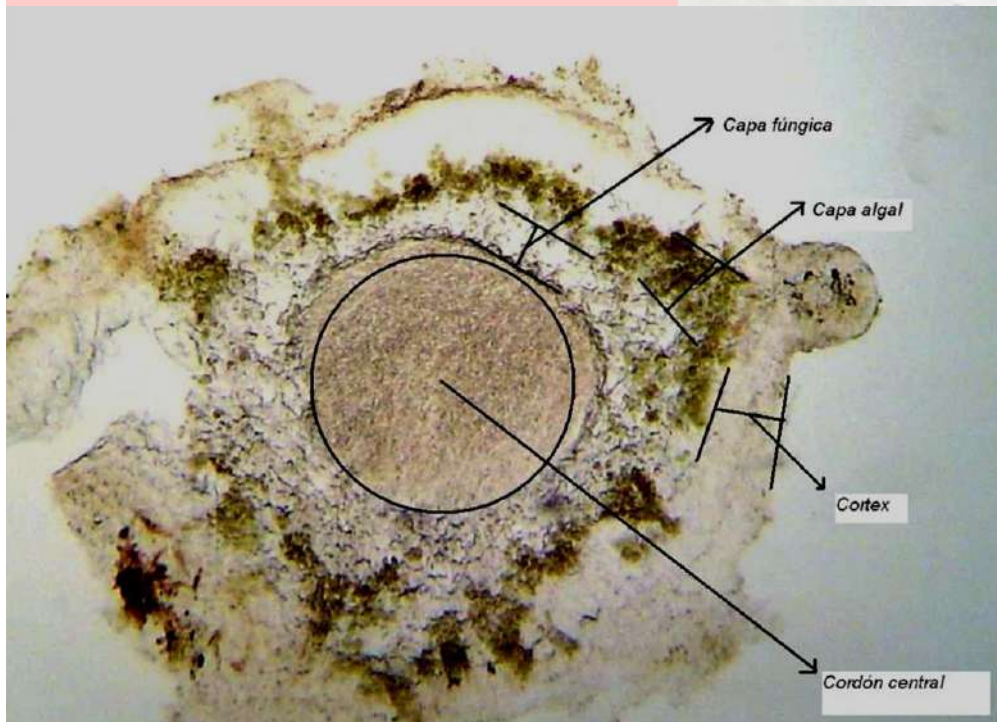


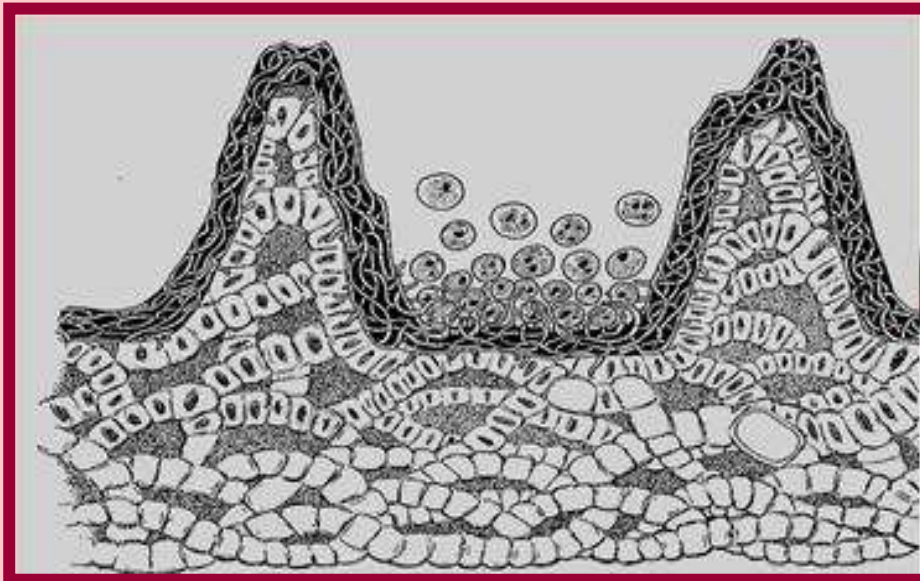
Foto: Miguel Varona.



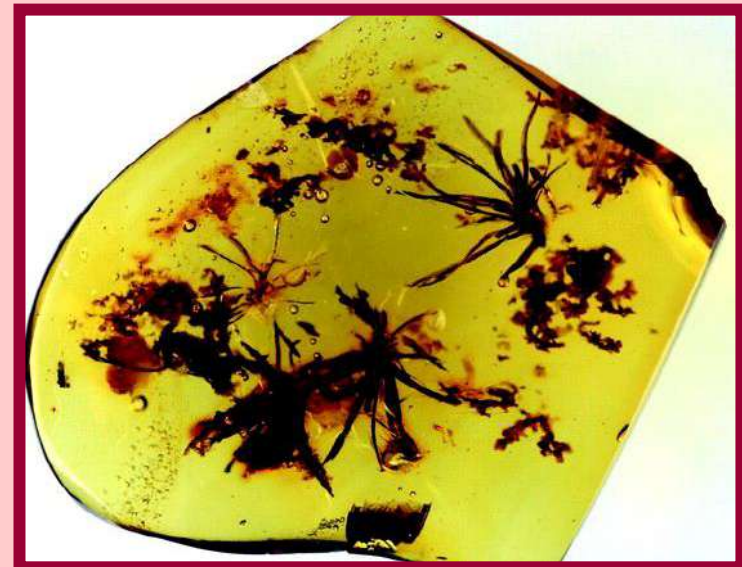
## FOSILES LIQUENICOS:

Del periodo Devónico (Paleozoica), hace aproximadamente 400 millones de años, se ha encontrado un fósil de *Winfrenatia reticulata*. Se puede considerar este fósil como el más antiguo.

*Winfrenatia reticulata*



*Rikkinen & Poinar,*



**TEORÍA DE LA LITOPANSPERMIA:** algunas formas de vida muy primitivas -como bacterias, líquenes o cianobacterias- pudieron haber viajado desde un planeta hasta la Tierra a bordo de un meteorito. (Rosa de la Torre)



**SIERRA DE GREDOS, ROSA DE LA TORRE**



**NAVE SOYUZ**

# EXPERIMENTO LICHENS (2005)

## Teoría de la Lithopanspermia



*Rhizocarpon geographicum*  
*Xanthoria elegans*  
Especies de  
Sierra Nevada y de Gredos  
CÁPSULA FOTON M2

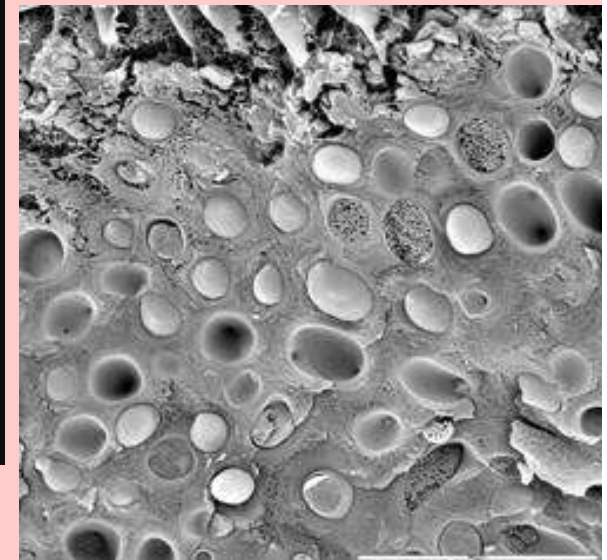
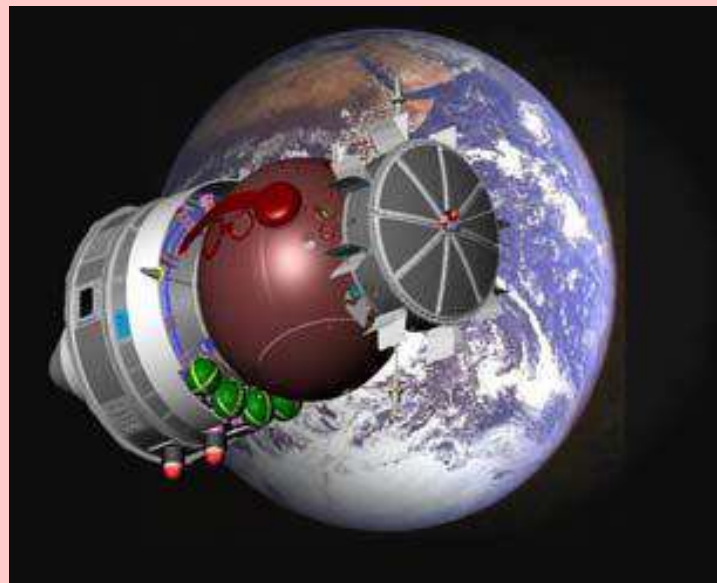
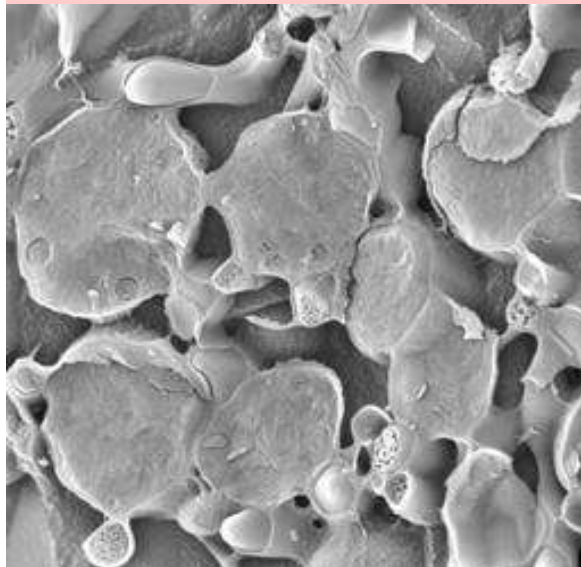
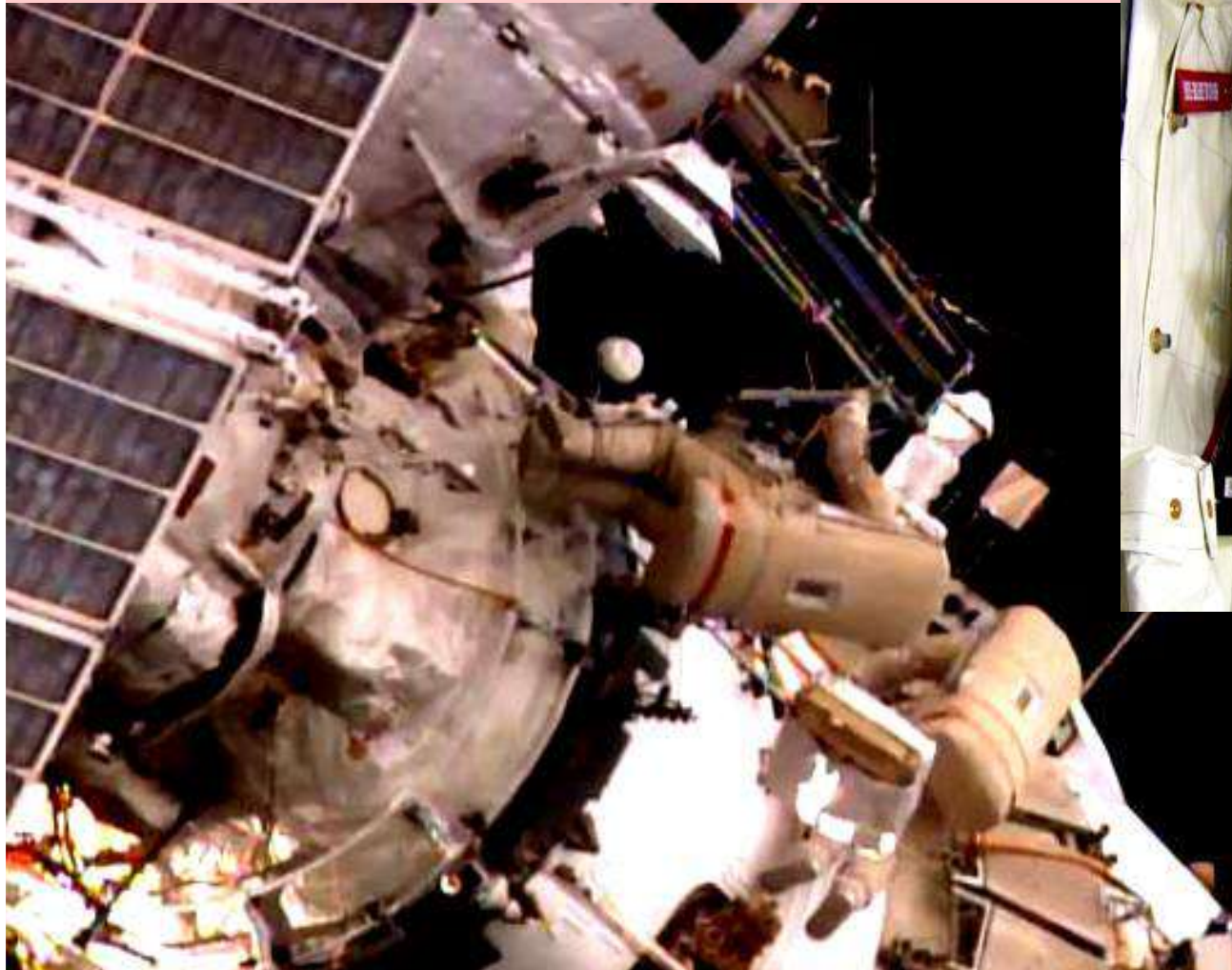


Imagen al microscopio electrónico de células de alga (1)  
y hongo (2) del talo liquénico, tras el vuelo espacial.

# EXPERIMENTO BIOMEX (INTA)

Plataforma EXPOSE R2



Estación Espacial Internacional: Yuri Malenchenko y Sergey Volkov retiran muestras de líquenes (*Circinaria gyrosa*), recogidos en Guadalajara (España).



<b>VARIEDAD DE SIMBIOSIS ALGA-HONGO EN LAS QUE PARTICIPAN DISTINTO NÚMERO DE BIONTES</b>	
<b>Número de biontes</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>SIMBIOSIS DE DOS BIONTES</b>	
Micobionte como "inhabitante"	Micoficobiosis Parásitos fúngicos en algas
Micobionte como "exhabitante"	Líquenes
<b>SIMBIOSIS DE TRES BIONTES</b>	
Dos fotobiontes: un micobionte	Cefalodios Morfortipos de algas verdes y verde-azuladas Líquenes alguícolas Líquenes briófilos
Dos micobiontes: un fotobionte	Hongos liquenícolas Híbridos mecánicos
<b>SIMBIOSIS DE CUATRO BIONTES</b>	
Tres fotobiontes: un micobionte	Cefalodios
Dos fotobiontes: dos micobiontes	Líquenes liquenícolas
Tres micobiontes: un fotobionte	Hongos sobre hongos liquenícolas
<b>SIMBIOSIS DE CINCO O MÁS BIONTES</b>	Híbridos mecánicos

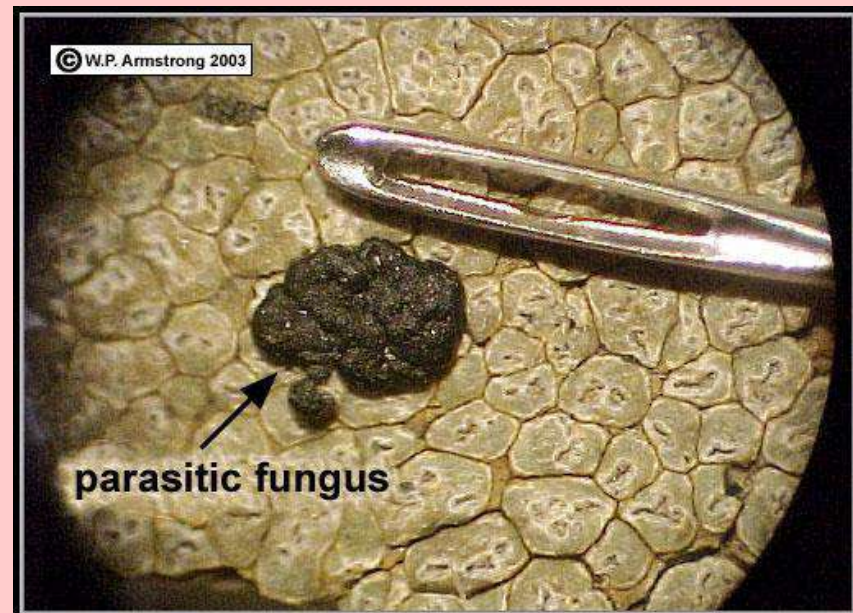
Cuadro 1. Tipos de simbiosis entre algas y hongos. (Hawksworth, 1988)

# LIQUENÍCOLAS



*Marchandiobasidium corallinum*  
(Líquén liquenícola)

*Lichenochora verrucicola*  
parasita de la *Aspicilia cuprea*  
(Hongo liquenícola)



## Los líquenes según su sustrato:

**EPÍFITOS:** son aquellos que colonizan los troncos y ramas de los árboles y arbustos.

**CORTÍCOLAS:** que crecen sobre la corteza de los árboles.

**SAXÍCOLAS:** que crecen sobre rocas.

**TERRÍCOLAS:** ubicados directamente sobre la tierra.

**MUSCÍCOLAS:** encontrados sobre musgos.

**HUMÍCOLAS:** hallados sobre hojas muertas.

**LIQUENÍCOLAS:** hallados sobre otros líquenes, en este caso se denominan parasimbiontes.

**FOLÍCOLAS:** encontrados sobre hojas vivas.

**ZOOBIÓTICOS:** se desarrollan sobre animales (insectos, crustáceos, perezosos, ranas, tortugas, etc.), que en su mayoría los utilizan para mimetizarse.



# BIOTIPOS O FORMAS BIOLÓGICAS

Representan la adaptación al medio o sustrato que ocupan y a la morfología de sus talos.

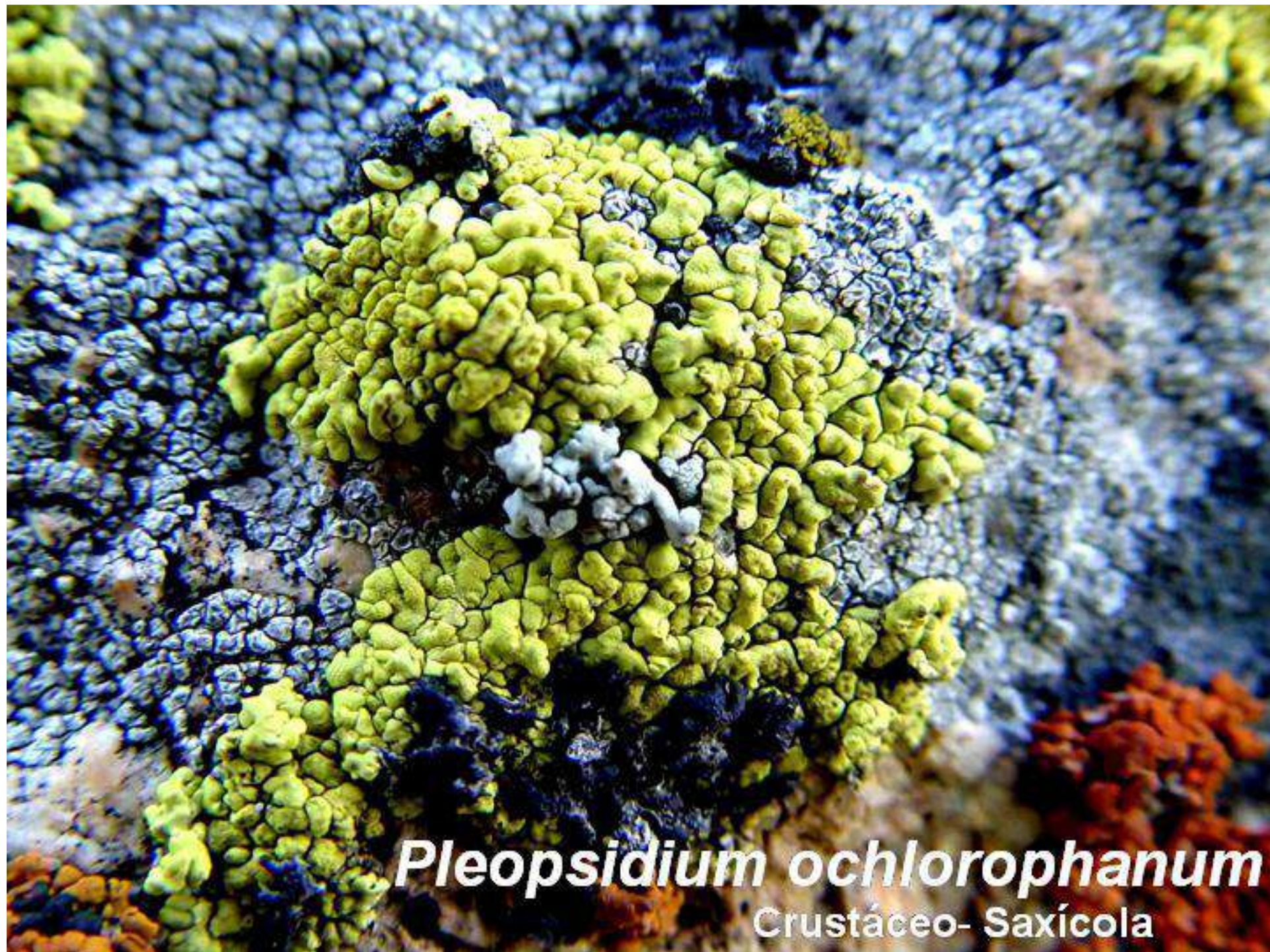
Tradicionalmente se reconocen estos biotipos: crustáceos, escuamulosos, foliáceos y fruticulosos. Algunos autores consideran otras formas, pero no son más que variantes de estas principales.





**Crustáceo-Saxícola**

*Geraldino 2014*



***Pleopsidium ochlorophanum***  
Crustáceo- Saxícola



*Rhizocarpon oederi*

Crustáceo-Saxícola



Crustáceo-Terrícola

*Dibaeis baeomyces*





**Crustáceo-Saxícola**

*GERALDINO 2011*

*Cryptothecia rubrocincta*



Crustáceo-Cortícola



*Díploicia subcanescen*

Crustáceo-Corticícola



*Caloplaca ferruginea*

Crustáceo- Saxícola

Geraldino 2014



*Psora decipiens*

©Olivier Gonnet

Escuamuloso-Muscícola



Escuamuloso- Saxícola

*Psora testacea*



*Psora vallesiaca*

©FrançoiseGuilloux

Escuamuloso Saxícola



**Peltigera praetextata** Foliáceo-Muscícola





GERALDINO 2012

Foliáceo-Corticícola

*Lobaria pulmonaria*



***Dictyonema glabratum***

**Foliáceo- Saxícola**



Foliáceo-Cortícola

*Xanthoria Cf parietina*

GERALDINO 2015

# Nephroma arcticum

© JLBMartin

céphalodies

Foliáceo-Muscícola





*Lasallia pustulata*

Foliáceo- Saxícola

Geraldino 2012



*Lasallia pustulata*

*Geraldino 2014*

Foliáceo- Saxícola



*Usnea longissima*

Fruticulosó-Corticícola



**Fruticuloso-Saxícola**

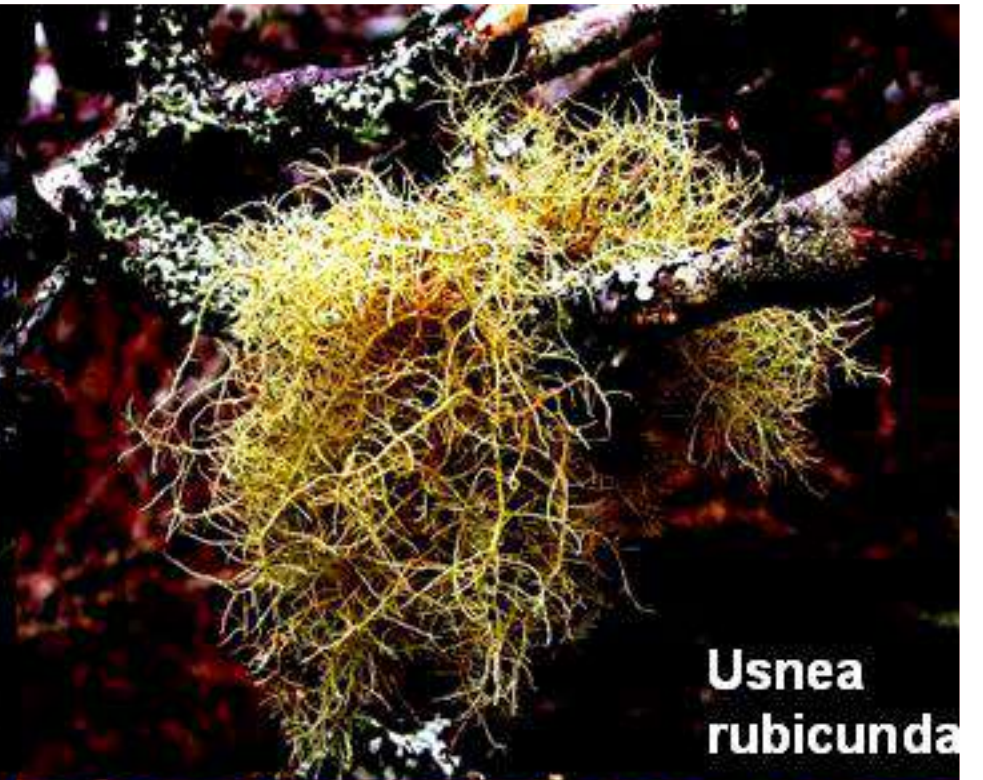
*Ramalina capitata*  
*Geraldino 2015*



**Pseudevernia furfuracea**



**Usnea  
rubicunda**



**Cetraria ericetorum**

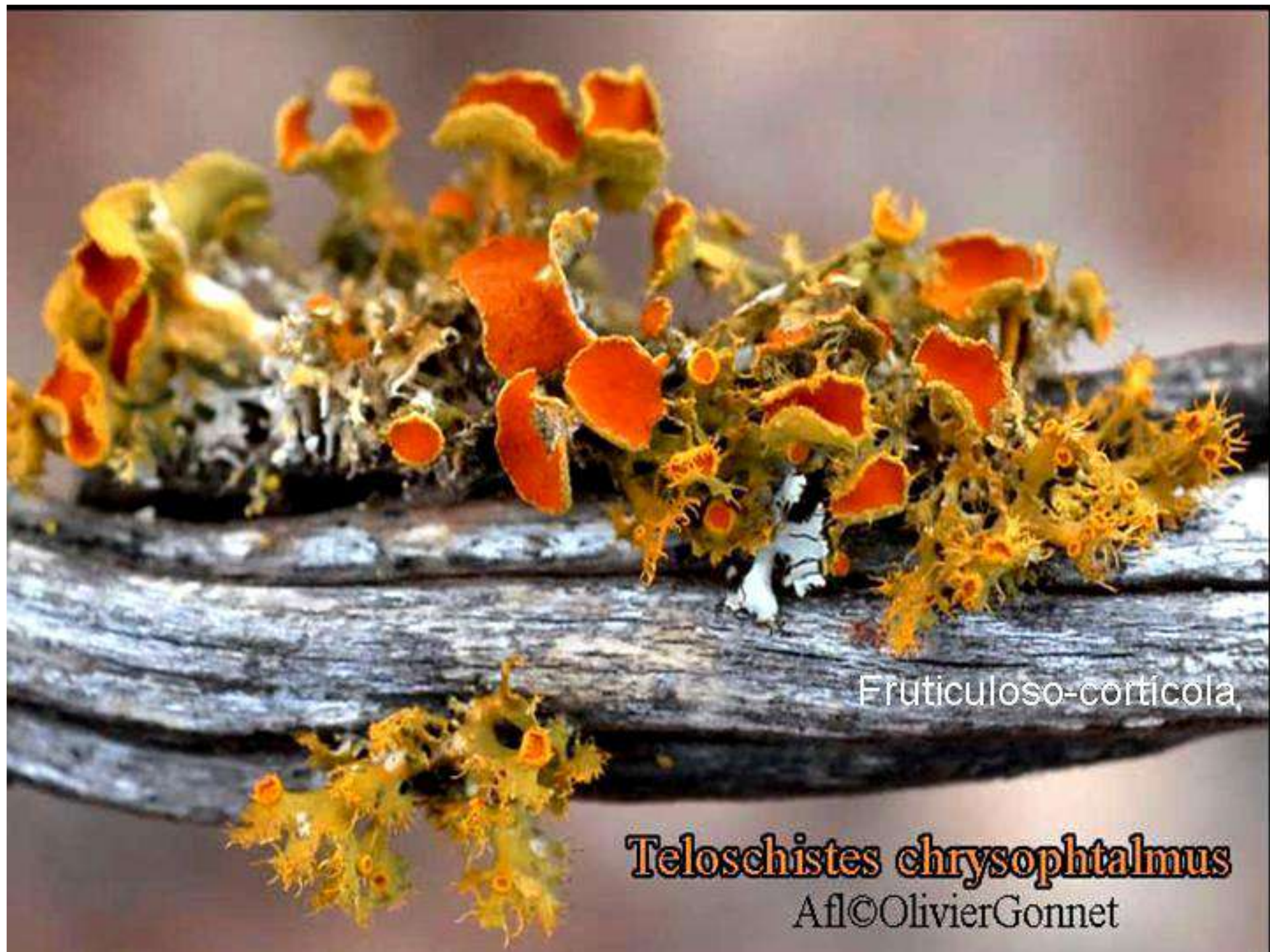




**Fruticuloso-Corticícola**

**Geraldino 2011**

***Ramalina Cf fastigiata***



Fruticuloso-corticola,


**Teloschistes chrysophthalmus**

Afl©OlivierGonnet



Talo compuesto

*Cladonia chlorophaea*

A close-up photograph of the lichen Cladonia peziziformis. The image shows a dense cluster of small, reddish-brown, cup-shaped fruiting bodies (peizidia) growing on a dark, textured substrate. The peizidia are arranged in irregular, branching patterns. The background is a mix of dark brown and black, with some greenish-grey lichen thallus visible. The overall appearance is that of a complex, multi-colored biological structure.

Talo compuesto

*Cladonia peziziformis*



*Cladonia polydactyla*

Talo compuesto

# SUSTANCIAS LIQUÉNICAS

Se han descrito más de 700 metabolitos secundarios producidos por los líquenes (En la capa de fotobiontes y en la médula).

Estas sustancias liquénicas tienen funciones de gran importancia en el desarrollo de los líquenes:

- \*\*\* Producen sabores amargos, impidiendo ser comidos.
- \*\*\* Actúan como antibióticos contra bacterias, musgos y otros hongos.
- \*\*\* Les sirven para protegerse de la luz.
- \*\*\* Algunas degradan los sustratos, ayudándoles en su crecimiento.



# **USOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA**

**Porcentaje de sustancias liquénicas según la actividad farmacológica:**

**\*\*\* 2% de los ácidos se han probado con efecto antiinflamatorio**

**\*\*\* 13% son antitumorales**

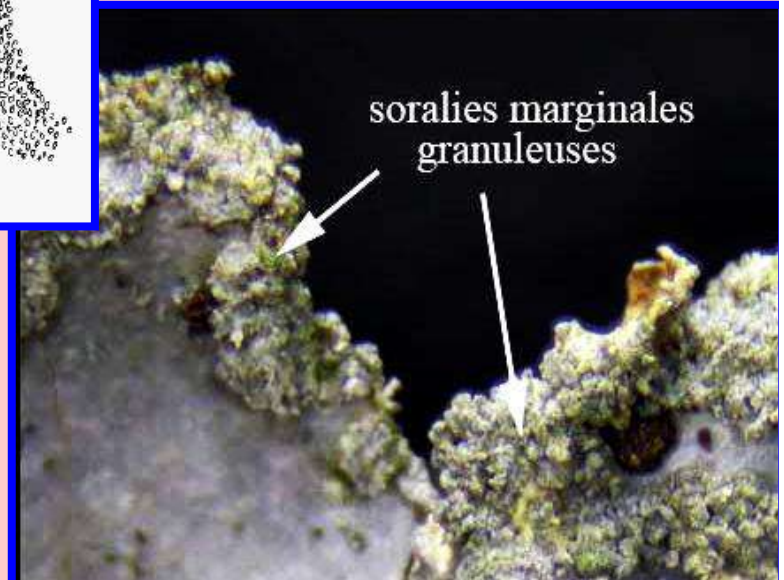
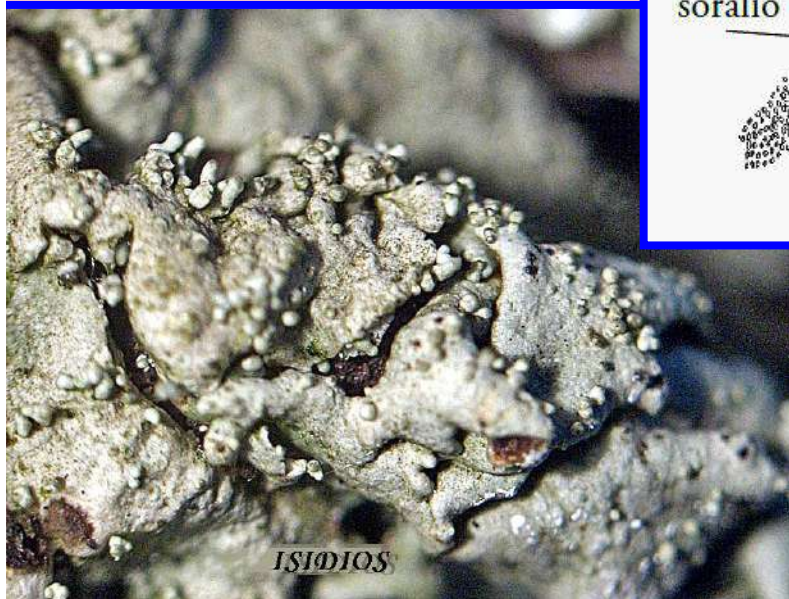
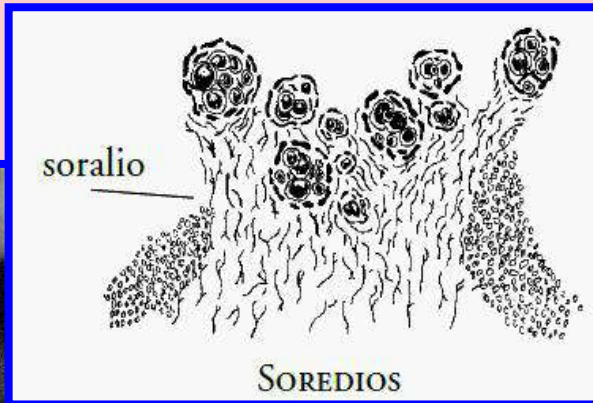
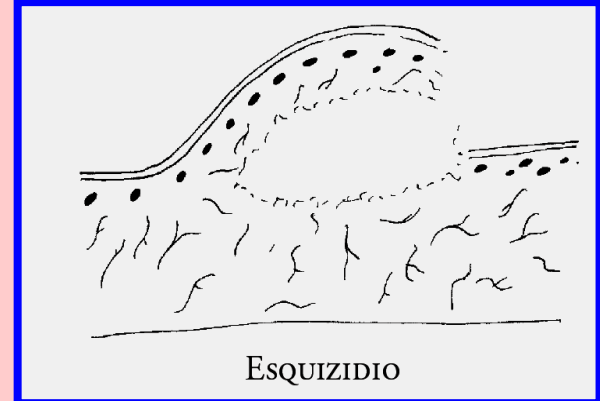
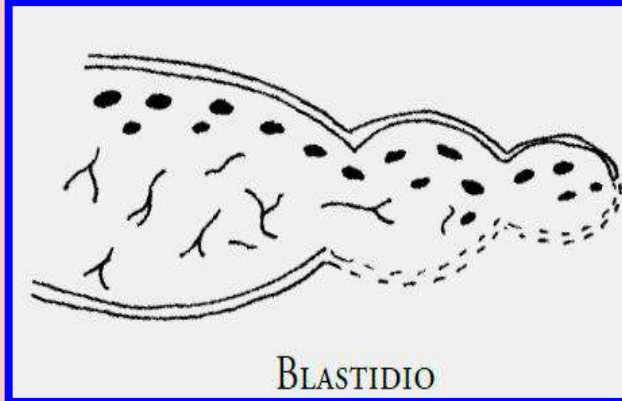
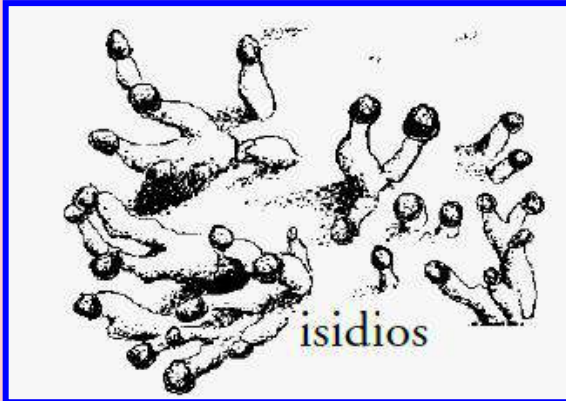
**\*\*\* 28% actúan como antimicóticos**

**\*\*\* 57 % han sido probados como antibióticos.**

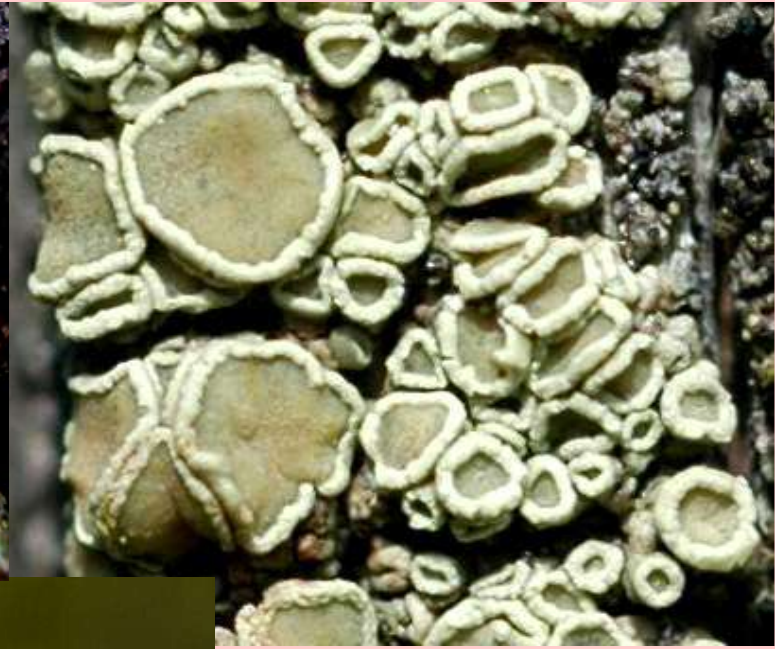
**Además del uso farmacológico o medicinal, los líquenes son utilizados como alimento para animales y el hombre. Se utilizan también con propósitos industriales, como productores de colorantes, en perfumería y en decoración.**



# REPRODUCCIÓN VEGETATIVA



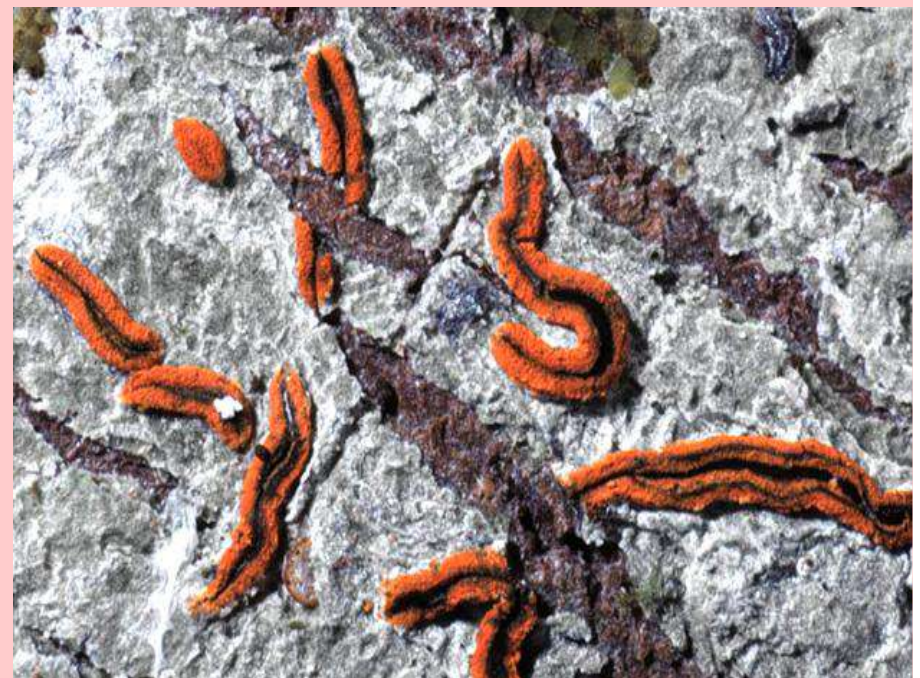
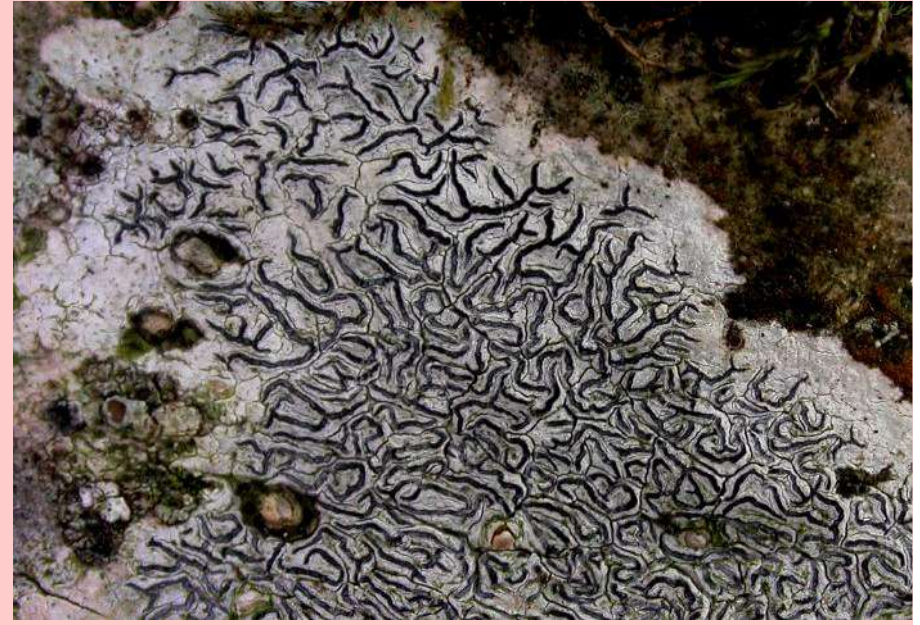
# REPRODUCCIÓN SEXUAL: APOTECIOS



# REPRODUCCIÓN SEXUAL: PERITECIOS

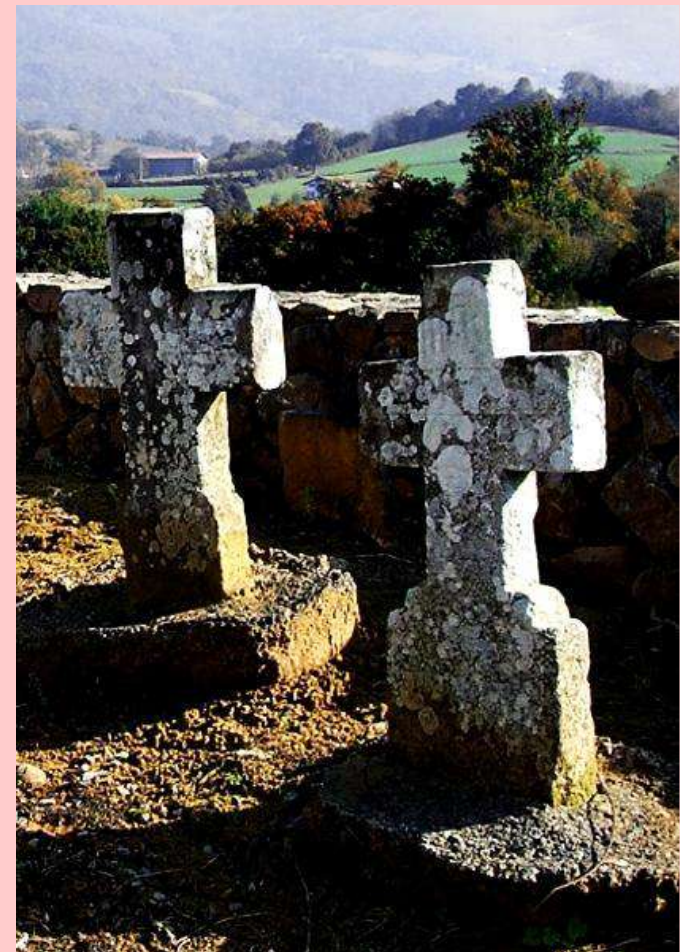


# REPRODUCCIÓN SEXUAL: LIRELAS



# LOS LÍQUENES

Se desarrollan, a su vez, sobre todo tipo de sustratos, tanto orgánicos como inorgánicos (vidrio, rocas, madera, hojas, cemento, tejas o caparazones de animales).





GERALDINO 2012



GERALDINO 2016

## Acantilados de Moher











GERALDINO 2012

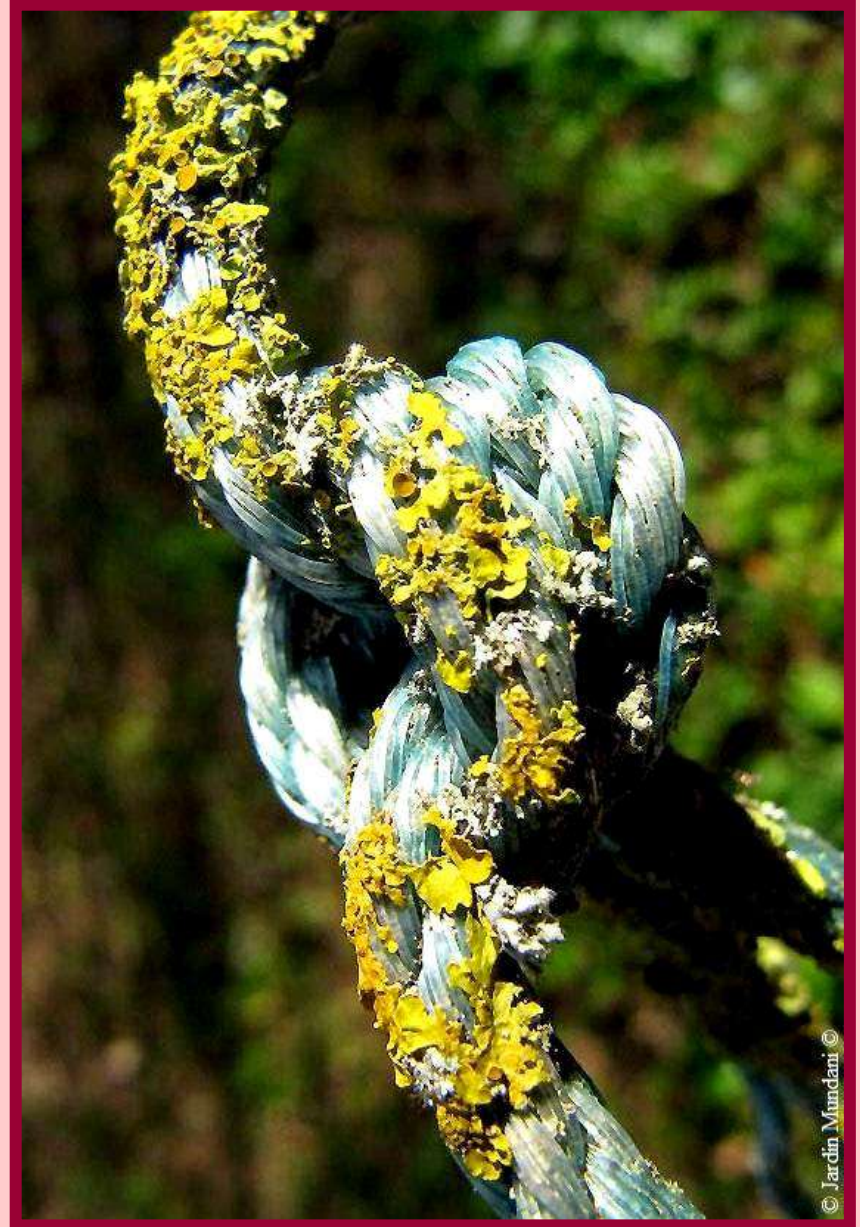
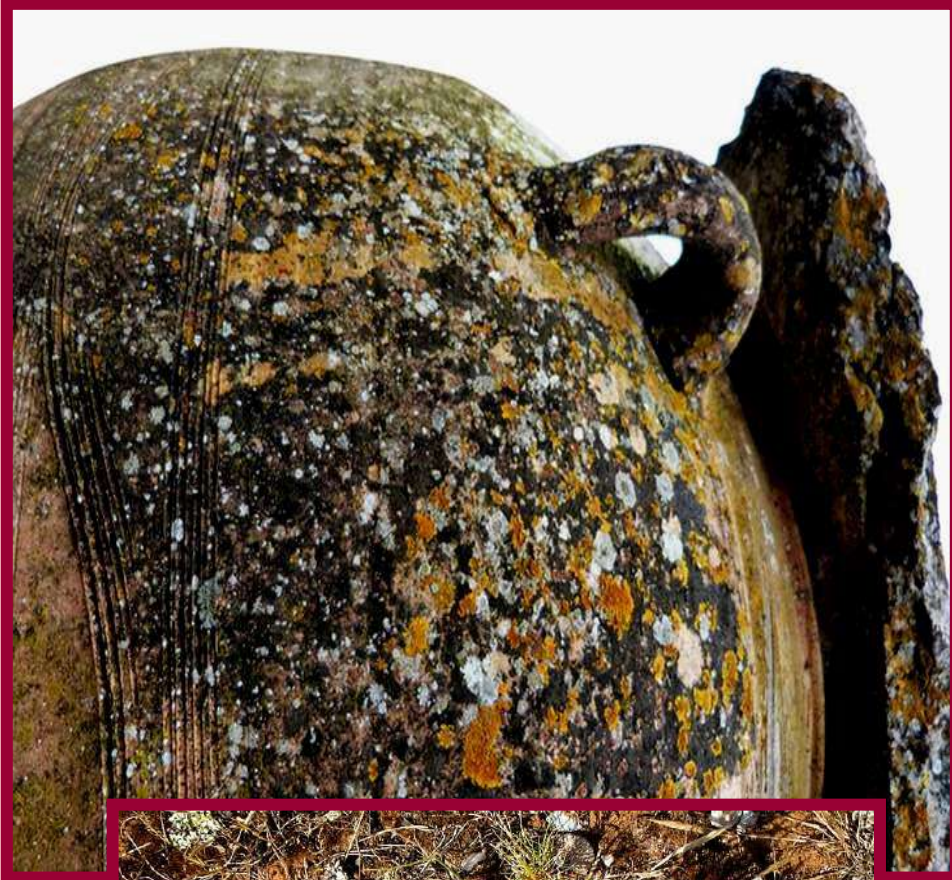


GERALDINO 2012



GERALDINO 2012





© Jarcim Mundani ©







GERALDINO 2016



GERALDINO 2016



GERALDINO 2016



GERALDINO





FRANCISCO MONTERO







## Calzada del Gigante



GERALDINO 2013



# LOS LÍQUENES

Conocemos aproximadamente unas 20.000 especies de líquenes, que ocupan un 8 % de la superficie terrestre, y las podemos encontrar en cualquier parte adaptadas a los ambientes más adversos, como es el caso de los polos y los desiertos.



# ECOSISTEMAS TROPICALES

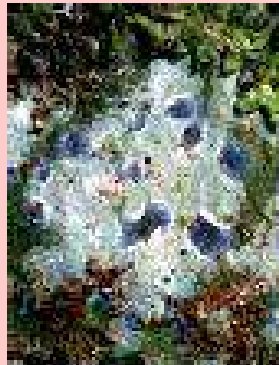
Los líquenes son componentes indispensables en los ecosistemas templados y tropicales. Son descomponedores y formadores de suelo. (Jones, 1988; Lange et al., 2000; Nadkarni, 2000;

LÍQUENES FOLÍCOLAS: MIMETISMO DE LA RANA ARBORÍCOLA HYLAEURUS RUFITELA Y EL SALTAMONTES ROSOPHYLLUM COLOSSEUM.

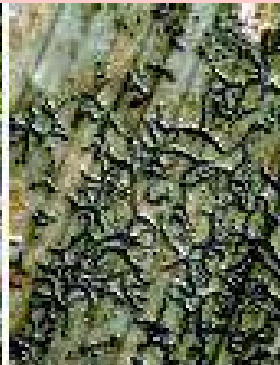




# ECOSISTEMAS TROPICALES



1 *Artibeus cyanea*  
LIBIA MICA



2 *Opograpta striatoloba*  
PARAGUAY GUINEA



3 *Mazonia rotula*  
IBRA IL



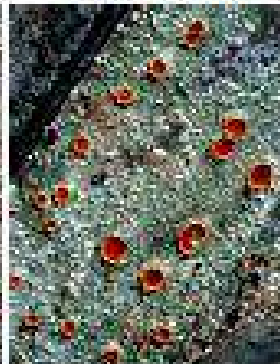
4 *Strigula macrocarpa*  
INDONESIA



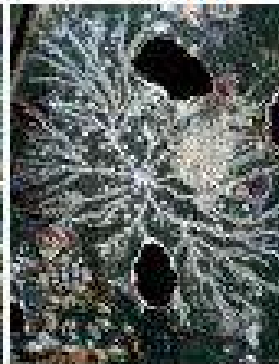
5 *Parina radula*  
LIBIA MICA



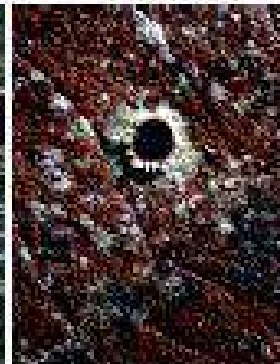
6 *Trichotidium ephyllum*  
LIBIA MICA



7 *Chroodiscus caeruleus*  
LIBIA MICA



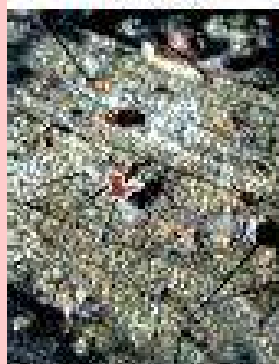
8 *Chroodiscus mirabilis*  
PARAGUAY GUINEA



9 *Asterothyrum chroodiscoides*  
LIBIA MICA



10 *Tricharia albistrigosa*  
LIBIA MICA



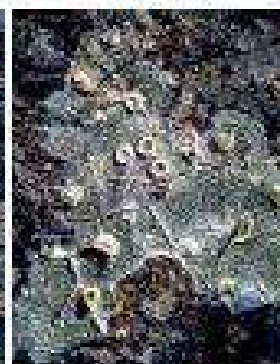
11 *Tricharia arcuolata*  
LIBIA MICA



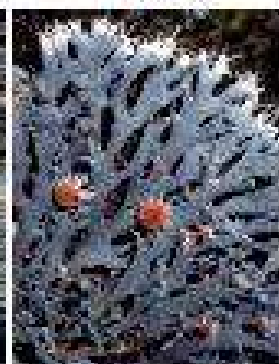
12 *Echinopora rotunda*  
LIBIA MICA



13 *Chloelia flava*  
PARAGUAY GUINEA

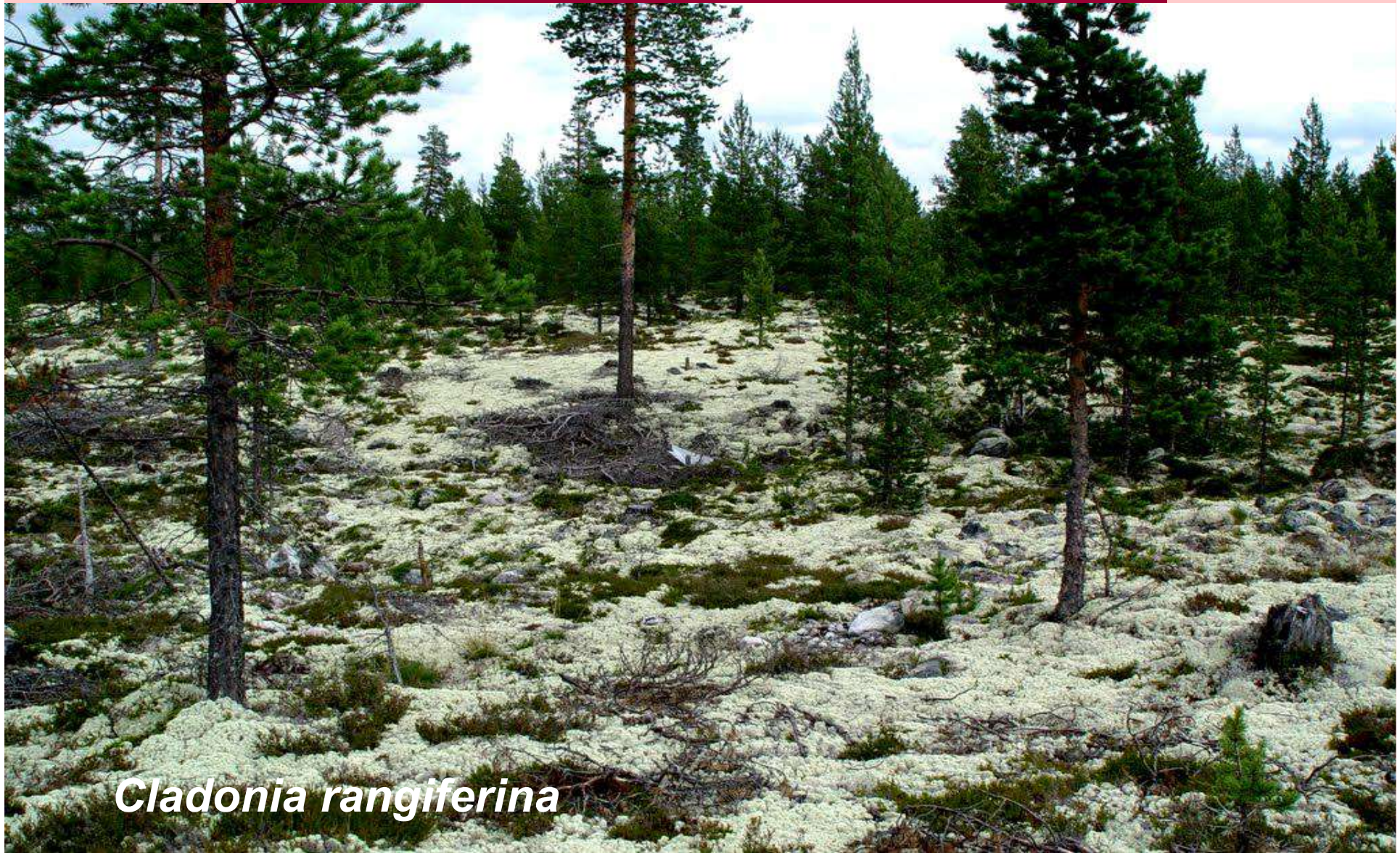


14 *Cyathodiscum illicinum*  
LIBIA MICA



15 *Cocco carpia stellata*  
LIBIA MICA

# ECOSISTEMAS ÁRTICOS



*Cladonia rangiferina*

En 1986 tras el desastre nuclear de Chernobil 70.000 renos tuvieron que ser sacrificados por la contaminación de los líquenes (CESIO-137).

## ALIMENTO DE ANIMALES:

Los líquenes pueden representar hasta el 50% (en peso seco) de la dieta de invierno de renos y caribúes (STOREHEIER & al., 2002).

La mayoría de las especies de las que se alimentan pertenecen al género **Cladonia**, también pueden ser consumidas especies de **Alectoria**, **Cetraria** (PEREZ-LLANO, 1944; LLANO, 1948).

***Cladonia rangiferina*: Para eliminar cálculos renales, diarreas y como alimento**



# ECOSISTEMAS ANTÁRTICOS



*Usnea aurantiacoatra* (Isla Livingston).

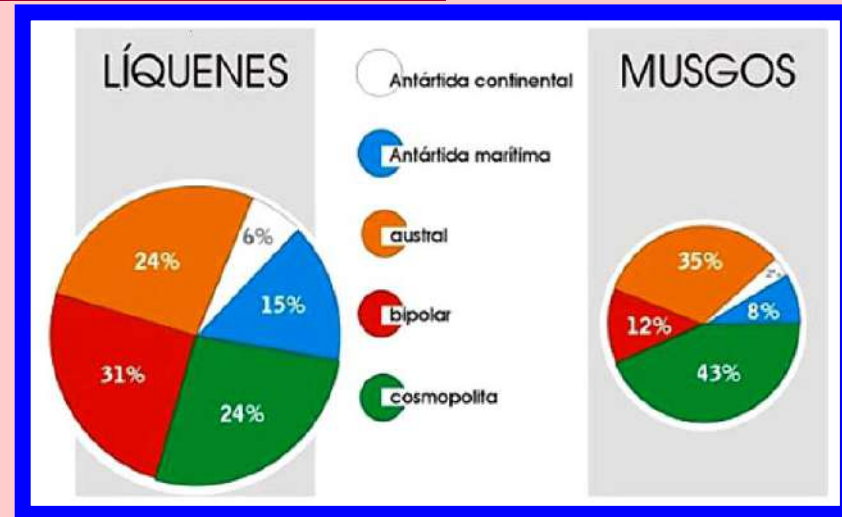
*Cladonia, Lecanora,  
Xanthoria, Psoroma  
Usnea, Leptogium...*  
(Ovstedal & Smith, 2001).

- **Crece en pequeñas áreas que están libres del hielo.**



**Base Artigas (Isla Rey Jorge).**

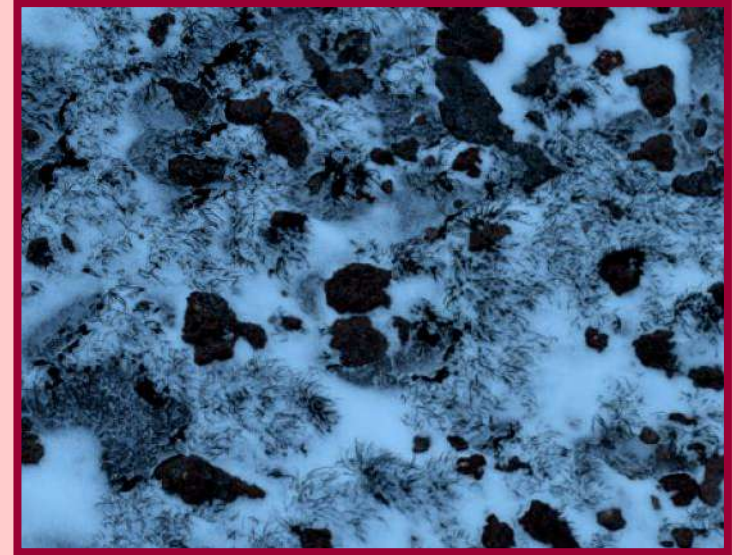
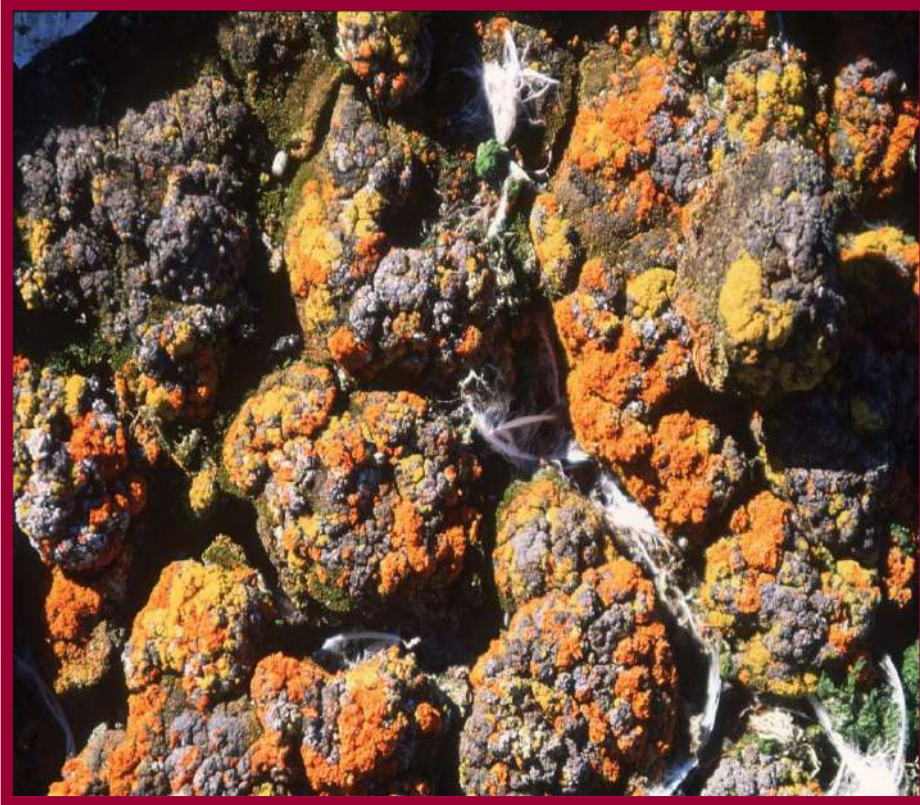
# ECOSISTEMAS ANTÁRTICOS



Estudio de Sancho, L.G., Pintado, A. (2011).

	Nº de especies de líquenes	T media del mes más cálido (°C)	T media del mes más frío (°C)	Precipitación anual (mm)
<b>Antártida marítima</b>	> 350	+0.7 - +1.5	-8.5 - -9.5	380 - 600
<b>Antártida continental</b>	< 100	0 - -2.0	-15.1 - -39.3	10 - 250

# ECOSISTEMAS ANTÁRTICOS



*Usneas (Isla Ross).*

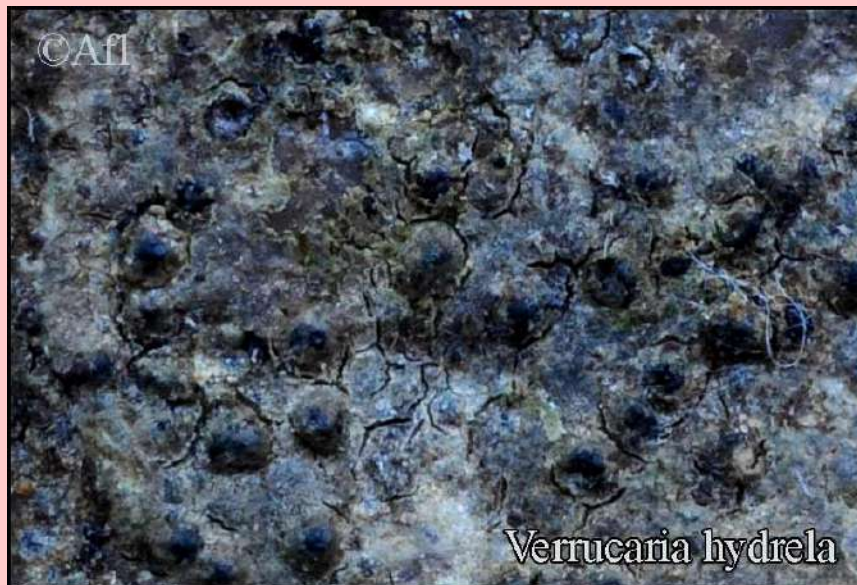
*Xanthoria mawsonii* (naranja) y  
*Caloplaca citrina* (amarilla)

*J. Wasley, Australian Antarctic  
Division*

***Xanthoria mawsonii***: es capaz de activar su metabolismo a temperaturas inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$ , hidratándose al absorber la humedad del aire.

***Sharon Robinson, Universidad de Wollongong***

# ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES



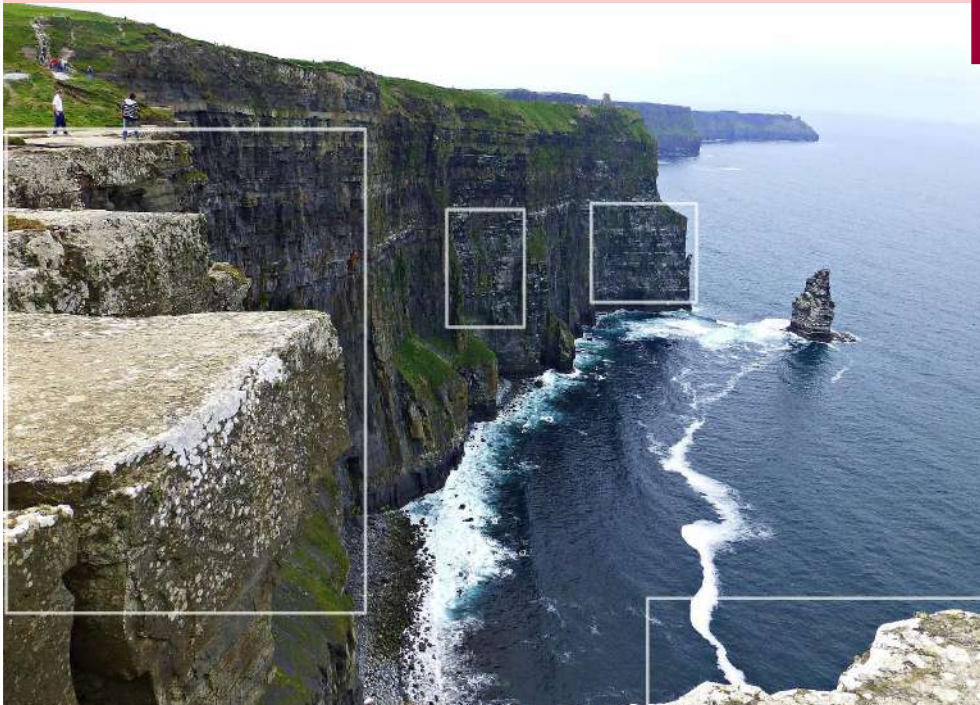
Entre todos los taxones liquénicos en aguas continentales resistentes a la inmersión, destacan por su frecuencia, en estos ambientes las especies del género *Verrucaria*, que puede vivir desde la parte superior de las rocas, salpicadas frecuentemente por el agua, a las superficies permanentemente sumergidas.

# ECOSISTEMAS ACUÁTICOS MARINOS

## Orchilla



En los litorales costeros podemos encontrar abundantes géneros como Verrucaria, Xanthoria, Caloplaca, Pertusaria, Roccella, Ramalina ...



## *Caloplaca maritima*





# ECOSISTEMAS SEMIÁRIDOS

COLECTA DE LOS LÍQUENES DEL SUELO EN LA SOLEDAD AL SUR DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE.

Leavitt et al. (2011).



En un estudio realizado se encontraron especies del genero *Collema* , *Parmelia*, *Psora* , *Teloschistes* y *Verrucaria*. (*D. Ofelia Mendoza Aguilar*)

# ECOSISTEMAS ÁRIDOS



LÍQUENES PARDO  
ROJIZOS EN EL  
DESIERTO DE NAMIBIA

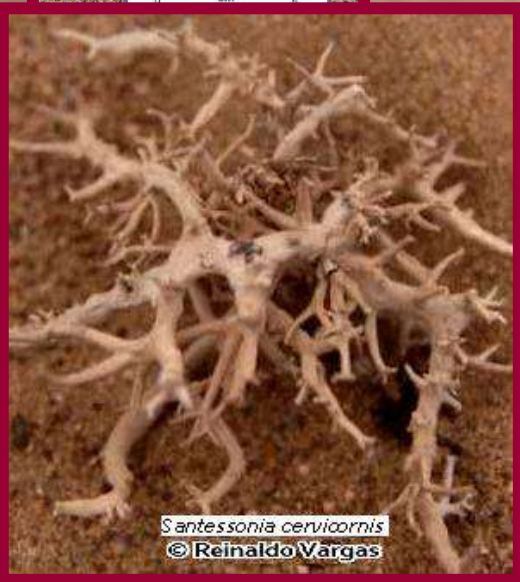


## *Parmelia hottentotta*

Crece en zonas de nieblas, su decocción es remedio para el dolor de estómago y del tórax. (van DAMME & *al.*, 1922).



**LÍQUENES EN EL DESIERTO DE ATACAMA**  
“El proyecto tiene como objetivo entender cómo los líquenes pueden sobrevivir, en el desierto más árido del mundo”. (Daniel Stanton: Comité Nacional Geographic).



*Santessonia cervicornis*  
© Reinaldo Vargas

**Caloplaca, Chrysothrix  
Santessonia, Candelaria...**



## ECOSISTEMAS VOLCANICOS

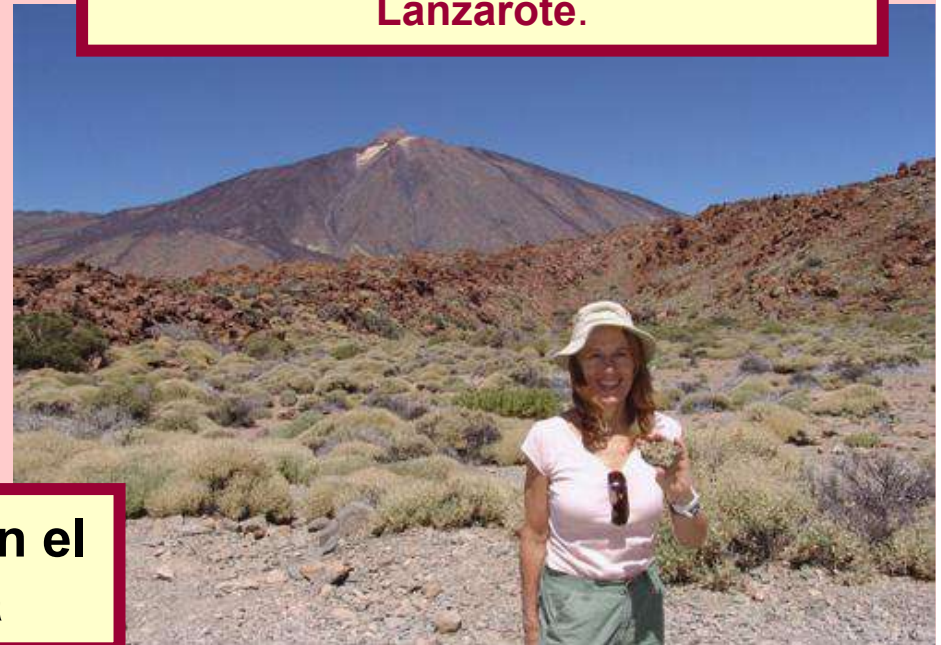
Líquenes y musgos en una colada de lava del volcán Krafla, Islandia.



*Ramalina polymorpha*

*Ramalina polymorpha*  
Islas Canarias: La Palma, La Gomera, Tenerife, Gran Canaria, Lanzarote.

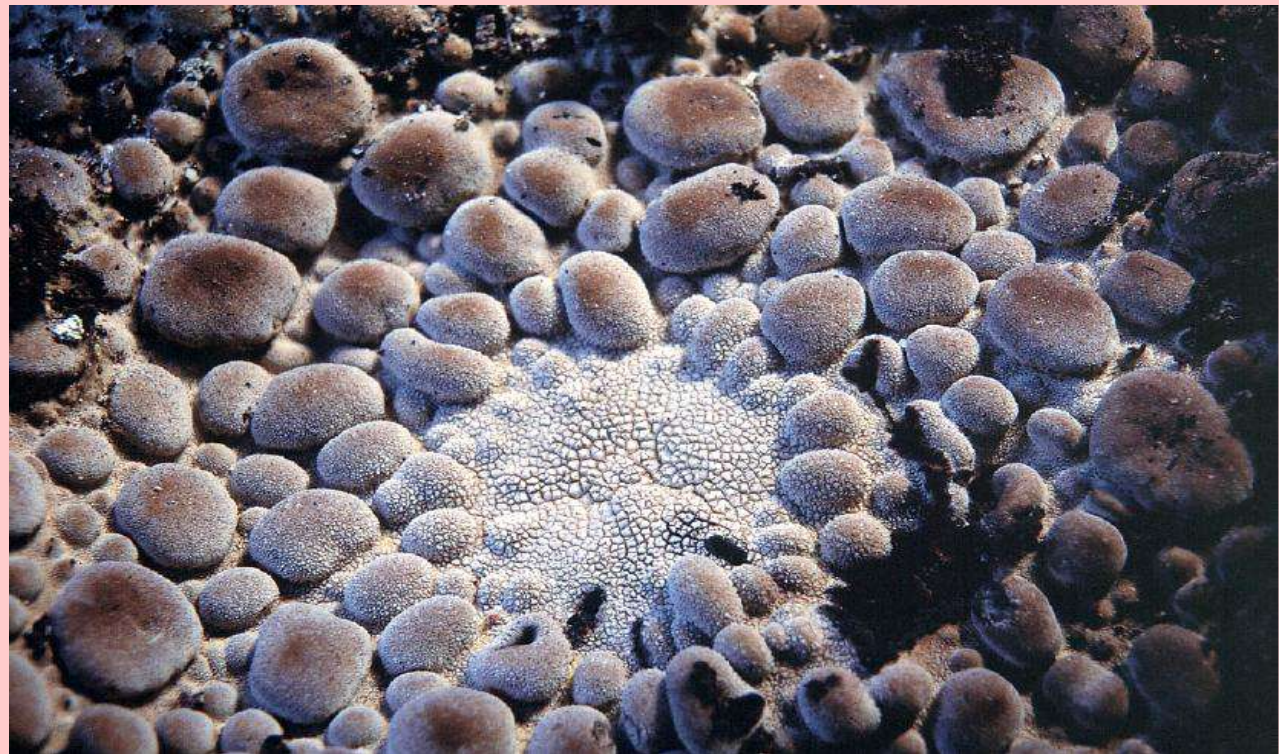
La investigadora Rosa de la Torre en el Teide. Teoría de la Lithopanspermia



# LOS LÍQUENES

Son verdaderos bioindicadores de la contaminación ambiental, ya que en lugares con polución, son los primeros organismos que desaparecen.

**\*\*\*** Los líquenes crustáceos aparecerán en lugares poco contaminados; los líquenes foliáceos en zonas menos contaminada que las anteriores; mientras que los líquenes fruticulosos son propios de terrenos sin apenas contaminación.



# Para los trabajos de campo

Es aconsejable el uso de:

- \*\*\* Un cuentahílos o una lupa de campo
- \*\*\* Una pequeña espátula para desprender las muestras.
- \*\*\* Para su traslado es conveniente utilizar bolsas de papel, pues los líquenes se enmohecen con mucha rapidez en las bolsas de plástico.

Una vez en casa hemos de extenderlos para que se sequen antes de guardarlos en las bolsas etiquetadas con los datos.





**Suizos con  
*Lobaria pulmonaria***



**Te de *Cetraria islandica***



**A veces los líquenes pintan con panes de oro los rectos troncos de los árboles... y el pequeño bosque a contraluz invita a descansar a los fatigados peregrinos... (Junto al Monasterio de San Zoilo-Carrión, 22-05-2013).**



## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BARRENO, E. (2004). Hongos simbios: líquenes, micoficobiosis y micorrizas.
- BRIGHMAN, F.H. & NICHOLSON, B.E. (1977). Guía de campo de las plantas sin flores.
- BERMÚDEZ DE CASTRO, F. ET AL. (1990). Líquenes fijadores de nitrógeno atmosférico.
- CALATAYUD, V. & SANZ, M.J. (2000). Guía de líquenes epifitos. Ministerio de M.Ambiente. Madrid.
- CHAVES, J.L. & LÜCKING, R. (2005). Líquenes de la región ecológica de Talamanca; Editorial INBIO. Costa Rica.
- CHAMPION, C.L. (1976). Algunos líquenes nuevos para las islas Canarias.
- CARBALLAL DURÁN, M.R. & GARCIA MOLARES, A. (1988). Líquenes epifitos como indicadores de la contaminación atmosférica del aire..
- CRESPO, A. & SANCHO, L.G. (1978). Umbilicariaceae (lichenes) de la Sierra de Guadarrama (España). Anal. Inst. Bot. Cavanilles, 35:79-101.
- CRUZ, A.; HERRERA, J.M.; LUCAS, M.; NOLASCO, C. & URIBE, A. (2000). Estudio de la diversidad de líquenes saxícolas. [http://www.arareko.net/biology/lichen\\_diversity/](http://www.arareko.net/biology/lichen_diversity/)
- EGEA, J.M. & ROWE, J.G. (1987). Pertusarietum mammoso-Gallicae y Lecanactino-Dirinetum sorediatae, dos nuevas asociaciones liquénicas rupícolas. Anal. Jard. Bot. Madrid,
- GRAU, J.; HENSEL, W.; FINKENZELLER, X.; KREMER, B.; LLIMONA, A. & al. (2004). Líquenes, algas, musgos y helechos.
- HAWKSWORTH, D.L. (1988). Interacciones hongo-alga en simbiosis liquénicas y liquenoides.
- HERRERA-CAMPOS M: A. ET AL (2014) Biodiversidad de líquenes en México
- HERNÁNDEZ PADRÓN C. ET AL. (2003). Adiciones a la Biota Líquénica de las islas Canarias
- JAHNS, H.M. (1982). Guía de campo de los helechos, musgos y líquenes de Europa. Omega. Barcelona.
- KETT, A.; DONG, S.; ET AL. (2005). Uso de líquenes epifitos como indicadores biológicos de la contaminación del aire.
- LARRAIN H. (2014). Costrones o concreciones calcáreas, llenas de líquenes,
- MARCOS LASO, B. (1988). Lecanoráceos
- MENDOZA M.C. DINORAH (2014). Costras biológicas del suelo en ecosistemas semiáridos
- NASH III, T.H., WHITE, S.L. & MARSH, J.E. 1977. Lichen and moss distribution in hot desert ecosystems.
- OLECH, M., (2004). Lichens of King George Island, Antártica. Institute of Botany.
- PIÑEIRO V. ET AL (2012) Líquenes del entorno de la base científica antártica Artigas.
- PRADO MILLÁN R. (2002) Estrategia de adaptación de líquenes a ámbitos áridos
- SANCHEZ IÑIGO F. J. (2013). Estudio de los mecanismos de resistencia de los líquenes a ambientes extremos
- SANCHO L.G., PINTADO A. (2011). Ecología vegetal en la Antártida.
- TEHLER, A. (1988). A cladistic outline of the Eumycota.
- VALCÁRCEL C. P., LÓPEZ DE SILANES M. E. (2011) Especies acuáticas del género Verrucaria en la península Ibérica.
- VICENTE, C. (1975). Fisiología de las Sustancias Líquénicas
- WIRTH, V.; DULL, R.; LLIMONA, X.; ROS, R.M. & WERNER, O. W. (2004). Guía de campo de los líquenes, musgos y hepáticas.

\*\*\* TODAS LAS IMÁGENES TOMADAS DE INTERNET, HAN SIDO CON FINES EXCLUSIVAMENTE DOCENTES.



# APRENDE AMAR LOS LÍQUENES

Gerardo Jesús García Cuesta    Marzo-2016