



# LÍQUENES

Dra. Julieta Orlando  
Lab. de Ecología Microbiana  
Facultad de Ciencias - Universidad de Chile



**LEMi** UChile  
LAB. ECOLOGÍA MICROBIANA



   @LEMiUCh/@LEMi\_UCh/@julauor

 jorlando@uchile.cl



# ¿Qué son los líquenes?



# ¿Qué son los líquenes?



**Simon Schwendener**  
(1829-1919)

El 10 de septiembre de **1867** hizo público en un charla (“On true nature of lichens”) sus descubrimientos sobre la **naturaleza dual de los líquenes**, describiendo a estos organismos, que hasta entonces eran considerados plantas, como una interacción entre un hongo parásito de algas.

Frank acuña en **1877** la palabra **simbiosis**, definida como "dos especies viviendo una encima o dentro de la otra". Más tarde, en **1879**, de Bary describió tres **criterios** para la simbiosis: dos entidades deben vivir juntas, deben ser íntimas (en contacto físico) y deben ser disímiles (especies diferentes).

**Albert Frank**  
(1839-1900)



**Anton de Bary**  
(1831-1888)

**Beatrix Potter**  
(1866-1943)

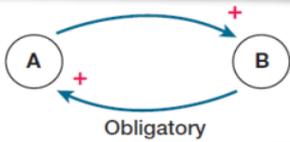
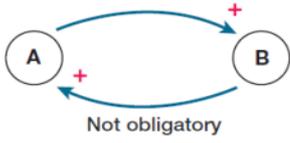
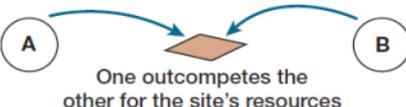


Siendo una micóloga e ilustradora talentosa, fue la primera persona en Gran Bretaña en especular en un artículo científico que **los líquenes son formas de vida simbióticas**. El artículo fue presentado por su tío en **1897** a la Sociedad Linneana en Londres, pero éste fue rechazado. Exactamente cien años después esta sociedad se disculpó formalmente.



# ¿Qué son los líquenes?

“Asociación simbiótica mutualista entre un hongo y uno o más organismos autótrofos fotosintéticos que pueden ser un alga verde, una cianobacteria o ambos”

Interaction quality	Interaction type	Interaction example
Positive	Mutualism	
	Protocooperation (sinergismo)	
	Commensalism	
Negative	Predation	
	Parasitism	
	Amensalism	
	Competition	

STUDIES IN THE HISTORY OF BIOLOGY. 2012. Volume 4. No. 4

## Symbiosis: “Living Together” in Chaos

BRADFORD D. MARTIN\*, ERNEST SCHWAB\*\*

\*La Sierra University, Riverside, CA, USA; Loma Linda University, Loma Linda, CA, USA;  
bdmartin@llu.edu

\*\*Loma Linda University, Loma Linda, CA, USA; eschwab@llu.edu

Confusion has plagued the definition of the term symbiosis for over 130 years. Within a few years of coining the term in 1879 by Anton de Bary, some biologists started to redefine the meaning and usage of the term that simply means “living together.” A lack of consensus ensued, resulting in a long history of disagreement on how to use this relevant and unifying biological term. This paper documents the history of the various definitions, the controversy and debates, and the attempts to unify biologists to a common definition and usage of symbiosis. In recent times, not much debate has occurred and a few biologists are now refusing to use this confusing term. However, most biologists continue to use symbiosis and the frequency in how it is defined in current general biology textbooks has intuitively evolved back towards de Bary’s original definition. Some confusion may stem from the infrequent usage of endo-/ectosymbiosis terms to describe the level of intimacy and permanency in symbiotic interactions. Confusion in secondary symbiotic terminology, such as symbiont, commensalism, parasitism, parasitoidism, predation, grazing, herbivory, and carnivory, also exists and is discussed.

# ¿Qué son los líquenes?

“Asociación simbiótica mutualista entre un hongo y uno o más organismos autótrofos fotosintéticos que pueden ser un alga verde, una cianobacteria, o ambos”

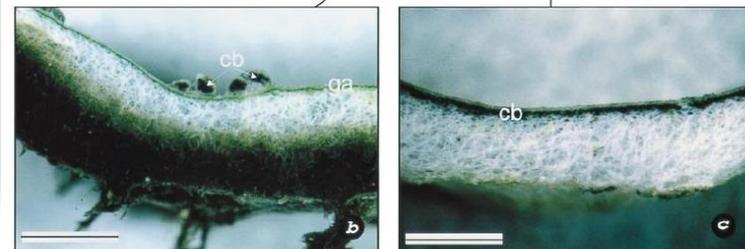
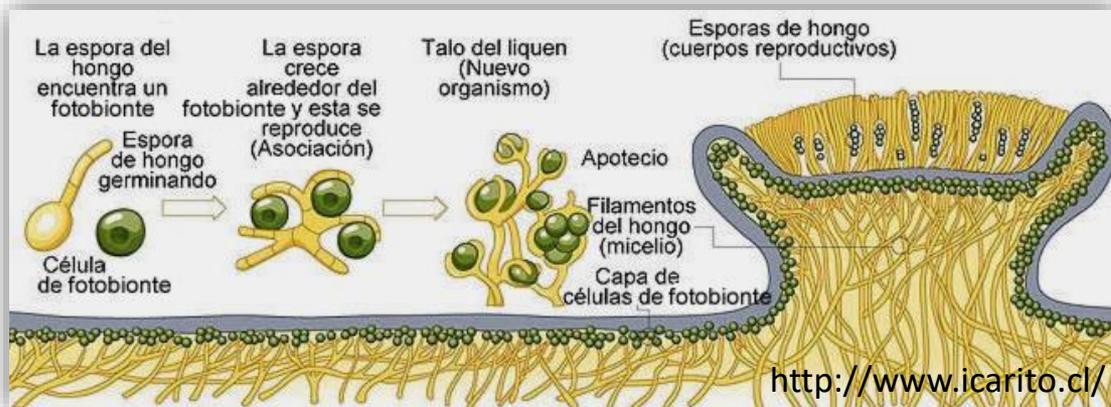
Micobionte

Fotobionte

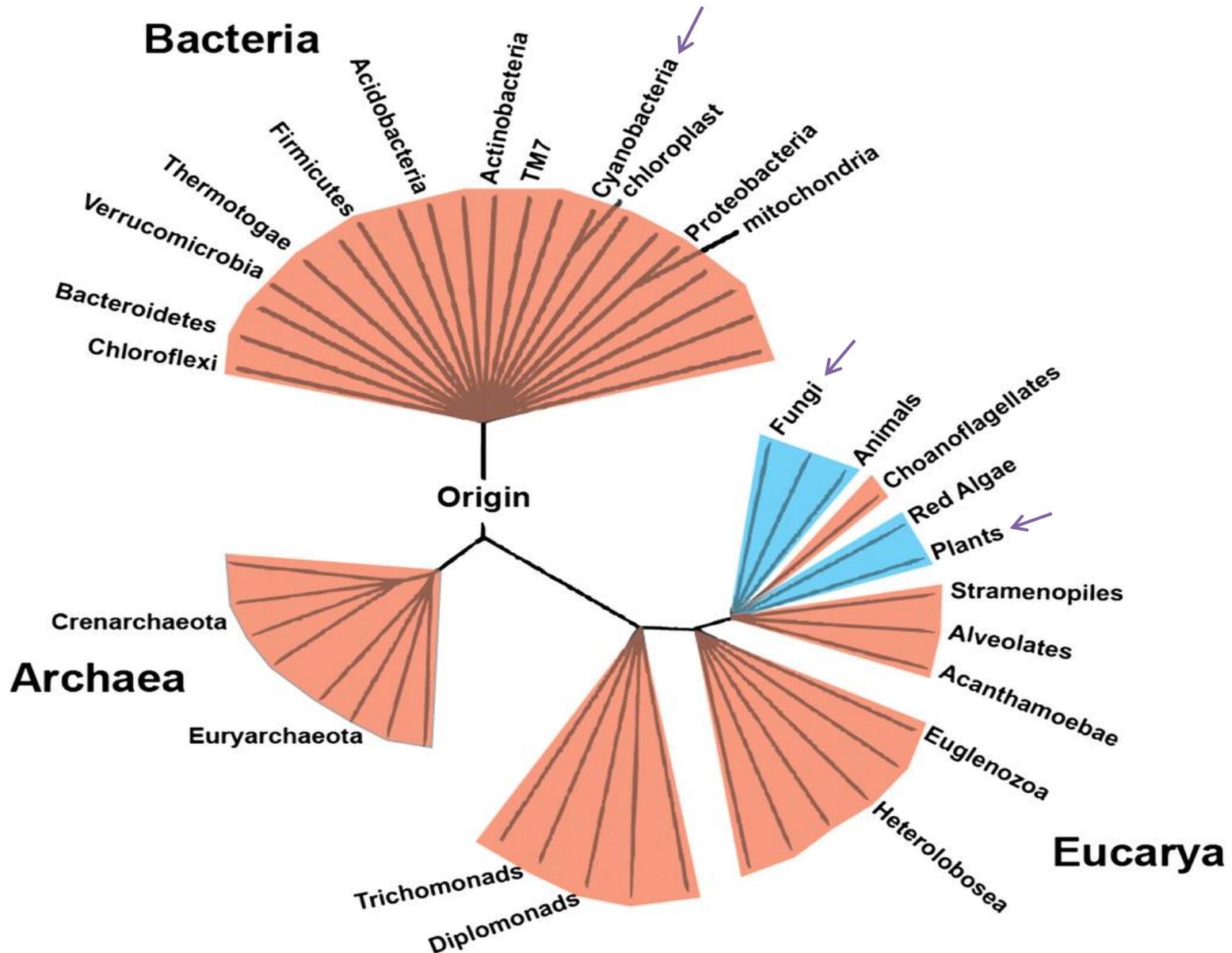
Hongo

Alga verde

Cianobacteria

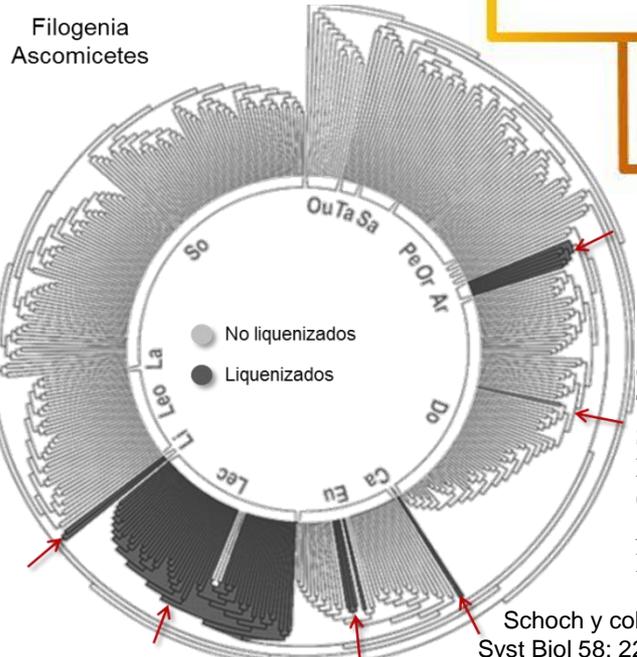
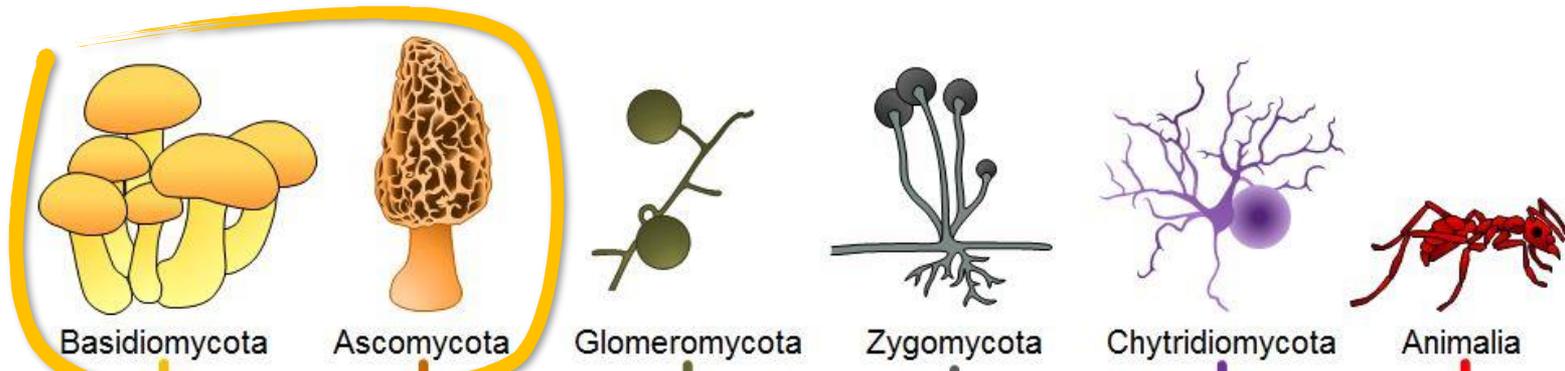


# Diversidad Biológica



# Diversidad de Hongos

≈20% de los hongos conocidos corresponde a *Hongos Formadores de Líquenes*



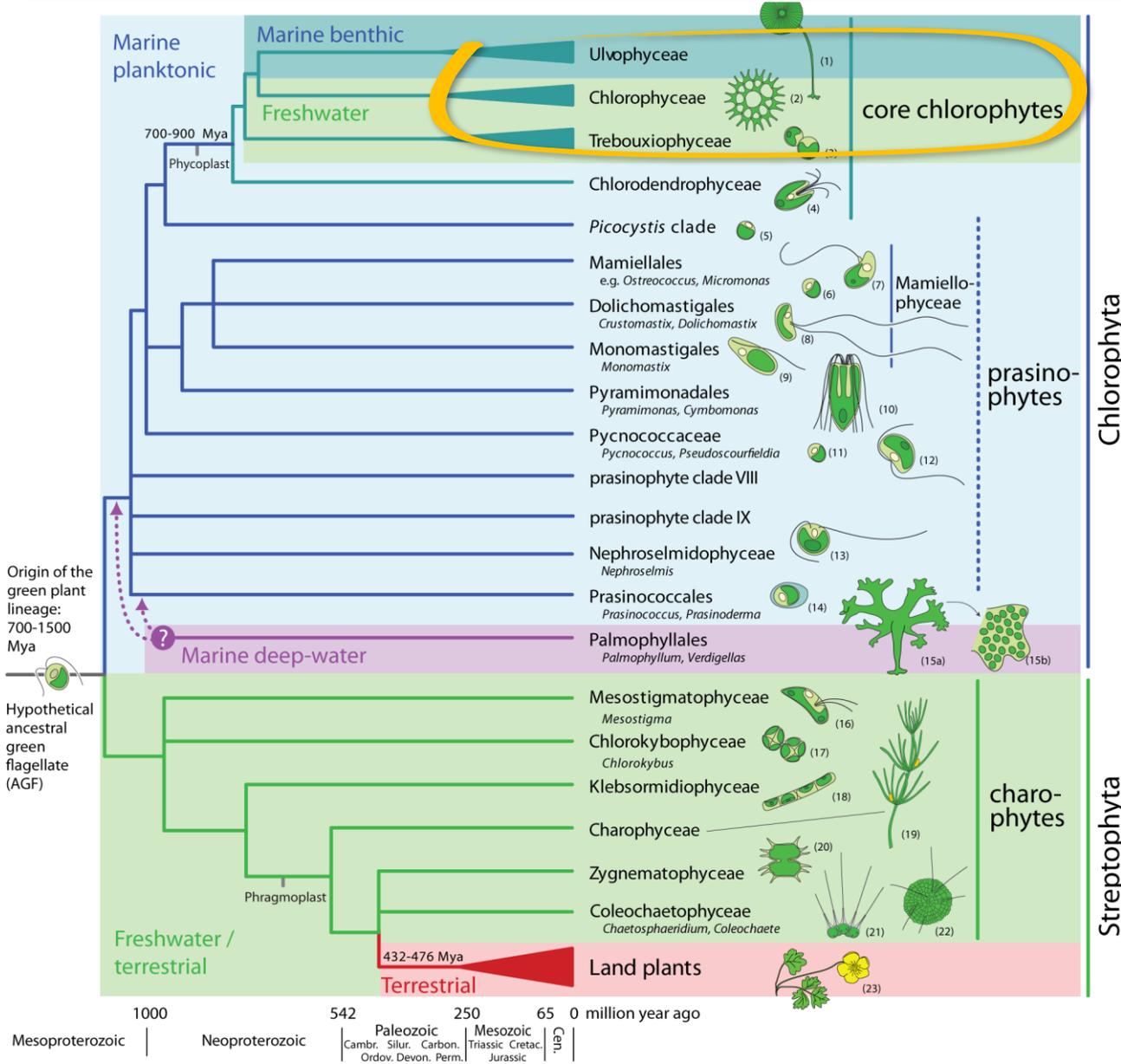
- Ou: out-groups
- Ta: Taphri-nomycotina
- Sa: Saccharomycotina
- Pe: Pezizomycetes
- Or: Orbiliomycetes
- Ar: Arthoniomycetes
- Do: Dothideomycetes
- Ca: Candelariales
- Eu: Eurotiomycetes
- Lec: Lecanoromycetes
- Li: Lichinomycetes
- Leo: Leotiomycetes
- La: Laboulbeniomycetes
- So: Sordariomycetes

Schoch y col. 2009.  
Syst Biol 58: 224-239.

# Diversidad de Algas verdes

≈92% de los líquenes poseen algas verdes como fotobiontes

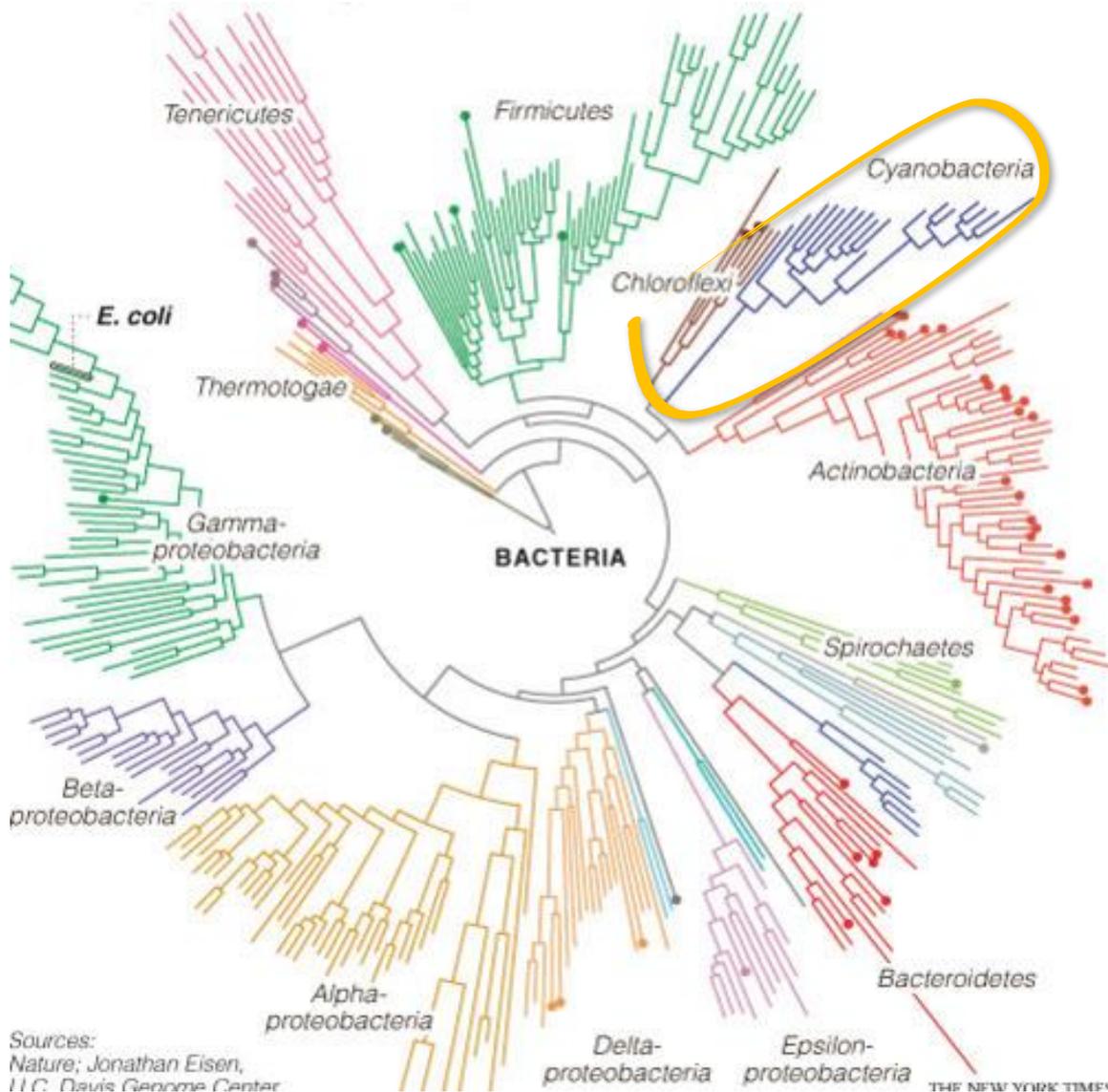
- *Trebouxia* (≈50%) (T)
- *Trentepohlia* (U)
- *Coccomyxa* (C)



# Diversidad de Cianobacterias

≈8% de los líquenes poseen cianobacterias como fotobiontes

- *Nostoc*
- *Stigonema*
- *Gloeocapsa*



# ¿Qué aporta/obtiene cada simbiote?

❖ **Micobionte:** hongo (eucarionte).

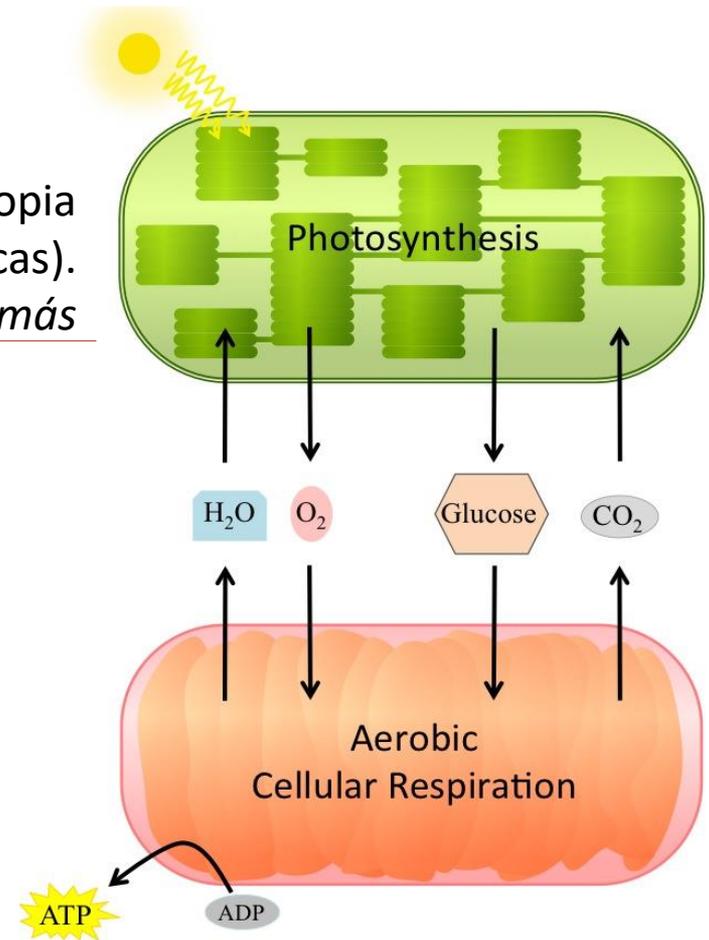
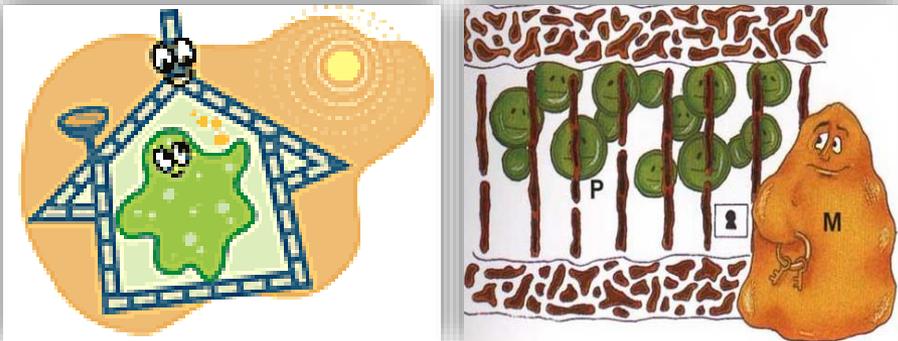
Simbiote obligado. Heterótrofo (se nutre de materia orgánica elaborada por otros seres vivos). Consumidor. Protección desecación y radiación UV. Antibiosis. Absorción de minerales.

❖ **Clorobionte:** alga clorófito (eucarionte).

❖ **Cianobionte:** cianobacteria (procarionte).

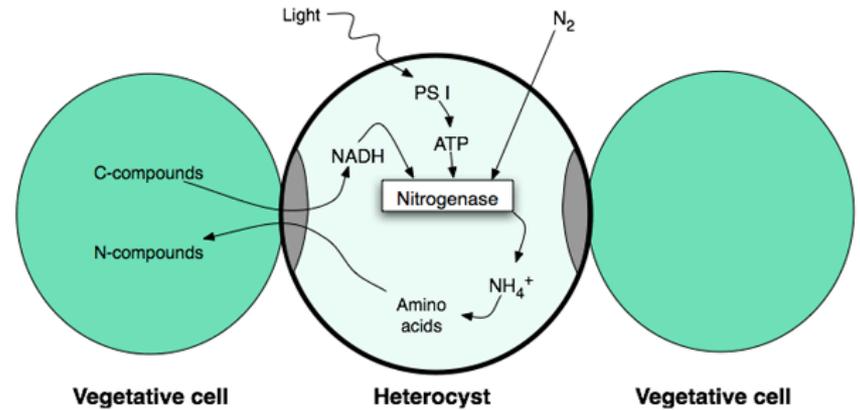
Simbiotes no obligados. Autótrofos (elaboran su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas). Productores/Fotosintetizadores. Los cianobiontes además tienen la capacidad de fijar nitrógeno.

¿Simbiosis mutualista o Parasitismo controlado?



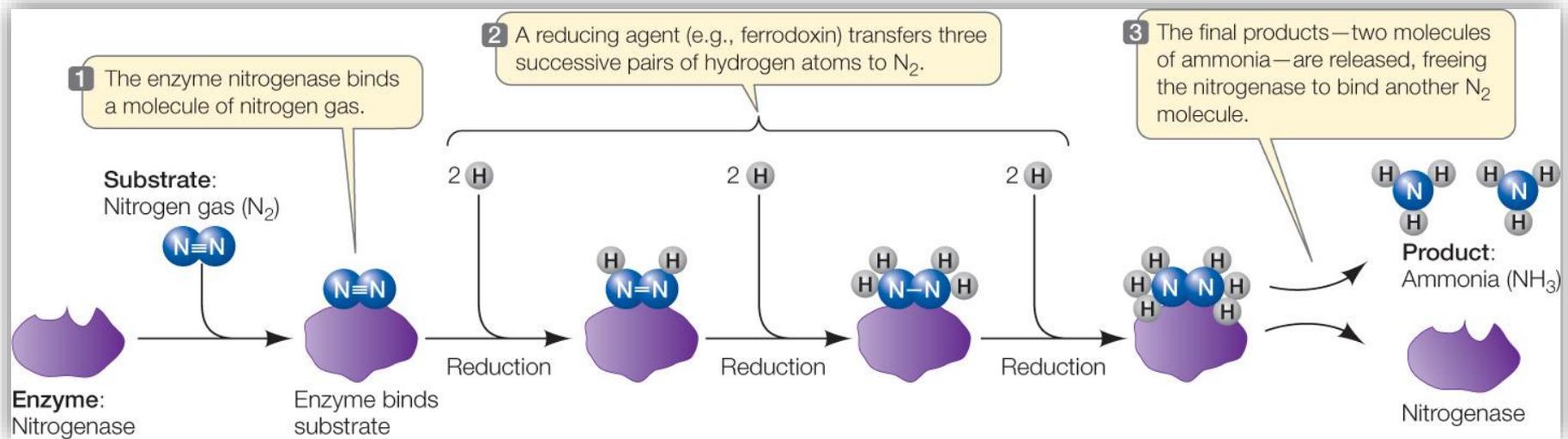
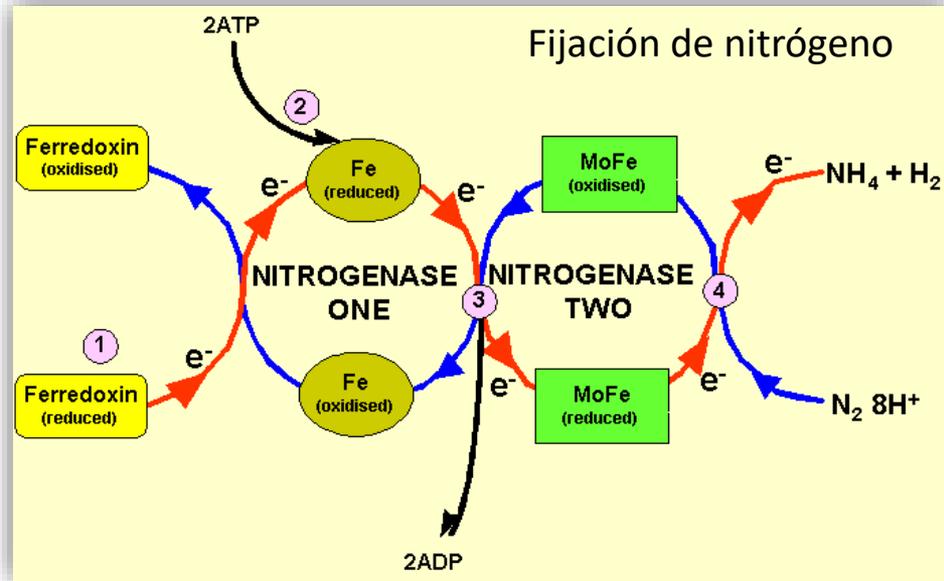
# ¿Qué aporta/obtiene cada simbiote?

- ❖ **Separación espacial:** fotosíntesis en células vegetativas, fijación de nitrógeno en heterocistos (1).

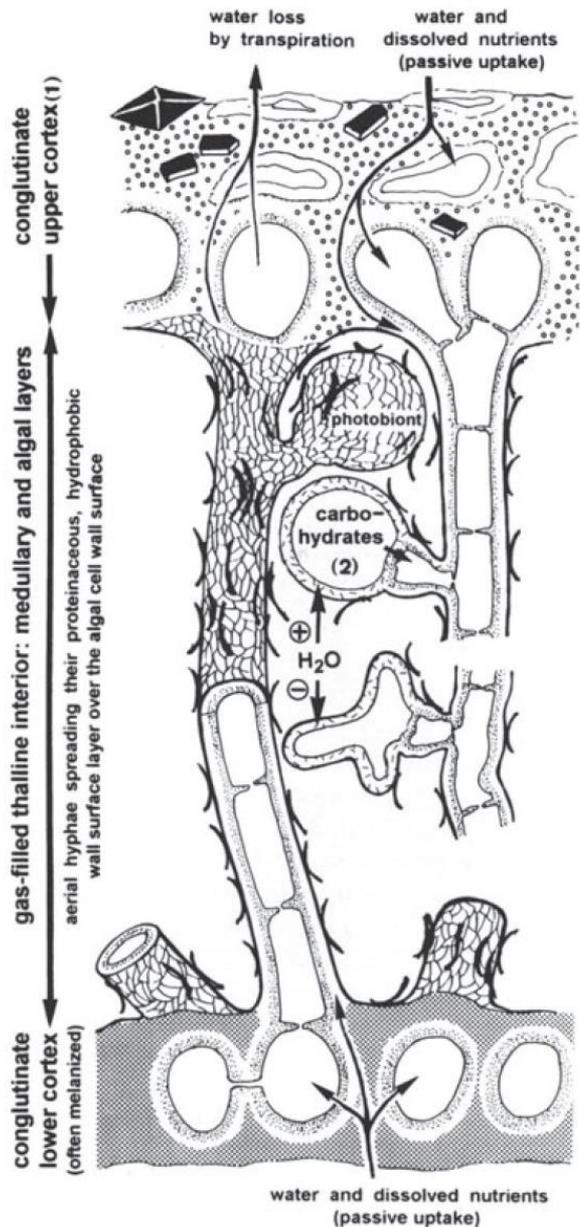


- ❖ **Separación temporal:** fotosíntesis de día, fijación de nitrógeno de noche (2).

(1) *Nostoc, Stigonema*  
(2) *Gloeocapsa*



# ¿Qué aporta/obtiene cada simbiote?



**Poiquilo hidros:** que presentan poiquilo hidria, o ausencia de mecanismos para regular el contenido hídrico.



ENVIRONMENT

# Has a Missing Piece of the Lichen Puzzle Been Found?

BY NANDITA JAYARAJ ON 24/07/2016 · 1 COMMENT

The New York Times

## Two's Company, Three's a Lichen?

Trilobites  
By STEPH YIN JULY 21, 2016

**Science** AAAS  
A lichen ménage à trois  
Elizabeth Pennisi  
Science 22 Jul 2016:  
Vol. 353, Issue 6297, pp. 337  
DOI: 10.1126/science.353.6297.337

**TheScientist**  
EXPLORING LIFE. INSPIRING INNOVATION  
Classic Example of Symbiosis Revised  
The partnering of an alga and a fungus to make lichen may be only two-thirds of the equation.  
By Kerry Grens | July 25, 2016

**ScienceDaily**  
Yeast emerges as hidden third partner in lichen symbiosis  
Source: Purdue University Date: July 21, 2016

**CBCnews** | Technology & Science  
New yeasts found to be secret partners with known fungi and algae  
By Emily Chung, CBC News Posted: Jul 21, 2016 2:35 PM ET | Last Updated: Jul 22, 2016 8:42 AM ET

**pulse** Headlines  
A third partner found in lichen symbiosis  
By Rocio Mateos / Saturday, 23 Jul 2016 01:53PM

# Lichen Biological Pairing Actually Has A Hidden Third Partner

25 July 2016, 7:00 am EDT By Alyssa Navarro Tech Times

**The CHRISTIAN SCIENCE MONITOR**  
In lichen's symbiotic pairing, a third partner?  
A type of yeast might be the third partner in most lichen, upending a nearly 150-year-old theory.  
By Ben Rosen, Staff JULY 24, 2016

**science 2.0** JOIN THE REVOLUTION  
By Ben Rosen, Staff JULY 24, 2016

  
SCIENTIFIC BLOGGING  
SCIENCE 2.0

Lichen: Apparently Happy Couple Really A Threesome  
By News Staff | July 24th 2016 09:00 AM | Print | E-mail | Track Comments

**Futurity** Featured Popular Universities Topics ▾  
SYMBIOSIS | PURDUE UNIVERSITY

# It turns out lichen is a trio not a pair

Posted by Natalie van Hoose-Purdue | July 25th, 2016

**SCIENTIFIC AMERICAN**  
BIOLOGY 60-SECOND SCIENCE ▾

# For Lichens, 3's Not a Crowd

By Christopher Intagliata on July 21, 2016

**SCIENCE CODEX**  
Lichen: Apparently happy couple really a threesome  
posted by news on July 23, 2016 - 2:21pm

# ¿Qué son los líquenes? Actualmente...

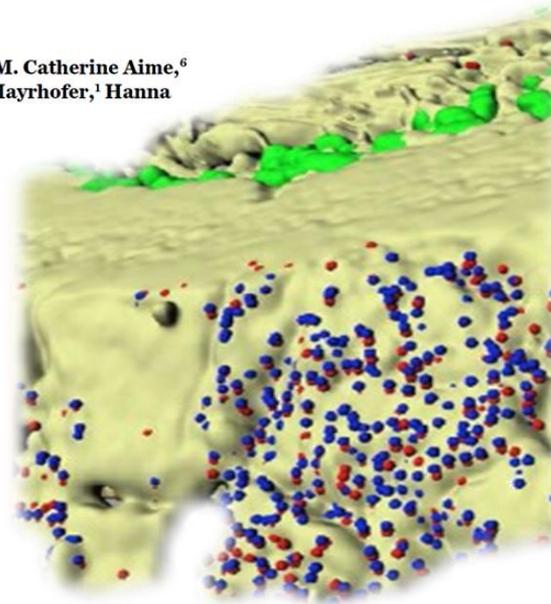
Science

REPORTS

Cite as: Spribille *et al.*, *Science*  
10.1126/science.aaf8287 (2016).

## Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens

Toby Spribille,<sup>1,2\*</sup> Veera Tuovinen,<sup>3,4</sup> Philipp Resl,<sup>1</sup> Dan Vanderpool,<sup>2</sup> Heimo Wolinski,<sup>5</sup> M. Catherine Aime,<sup>6</sup> Kevin Schneider,<sup>1,†</sup> Edith Stabentheiner,<sup>1</sup> Merje Toome-Heller,<sup>6,‡</sup> Göran Thor,<sup>4</sup> Helmut Mayrhofer,<sup>1</sup> Hanna Johannesson,<sup>3</sup> John P. McCutcheon<sup>2,7</sup>



### Fotobionte

- Fotosintatos
- Fijación de N<sub>2</sub>

### Micobionte

- Polisacáridos
- Estructura simbiótica

### Microbioma

- Ciclado de nutrientes
- Defensa ante patógenos
- Fijación de N<sub>2</sub>
- Solubilización de P
- Etc.

Modificado de Grube y Berg (2009)  
Fungal Biol Rev 23:72-85

 **frontiers**  
in Microbiology

REVIEW  
published: 18 February 2016  
doi: 10.3389/fmicb.2016.00180

Fig. 3. Differential abundance of Cyphobasidiales yeasts in *B. fremontii* and *B. tortuosa*. (A) *B. fremontii*, with (B) few FISH-hybridized live yeast cells at the level of the cortex. (C) *B. tortuosa*, with (D) abundant FISH-hybridized cortical yeast cells (scale bars, 20  $\mu$ m).

## Understanding Microbial Multi-Species Symbioses



Ines A. Aschenbrenner<sup>1,2</sup>, Tomislav Cernava<sup>1,3</sup>, Gabriele Berg<sup>1</sup> and Martin Grube<sup>2</sup>



# Importancia de los líquenes

FONDECYT 1180699

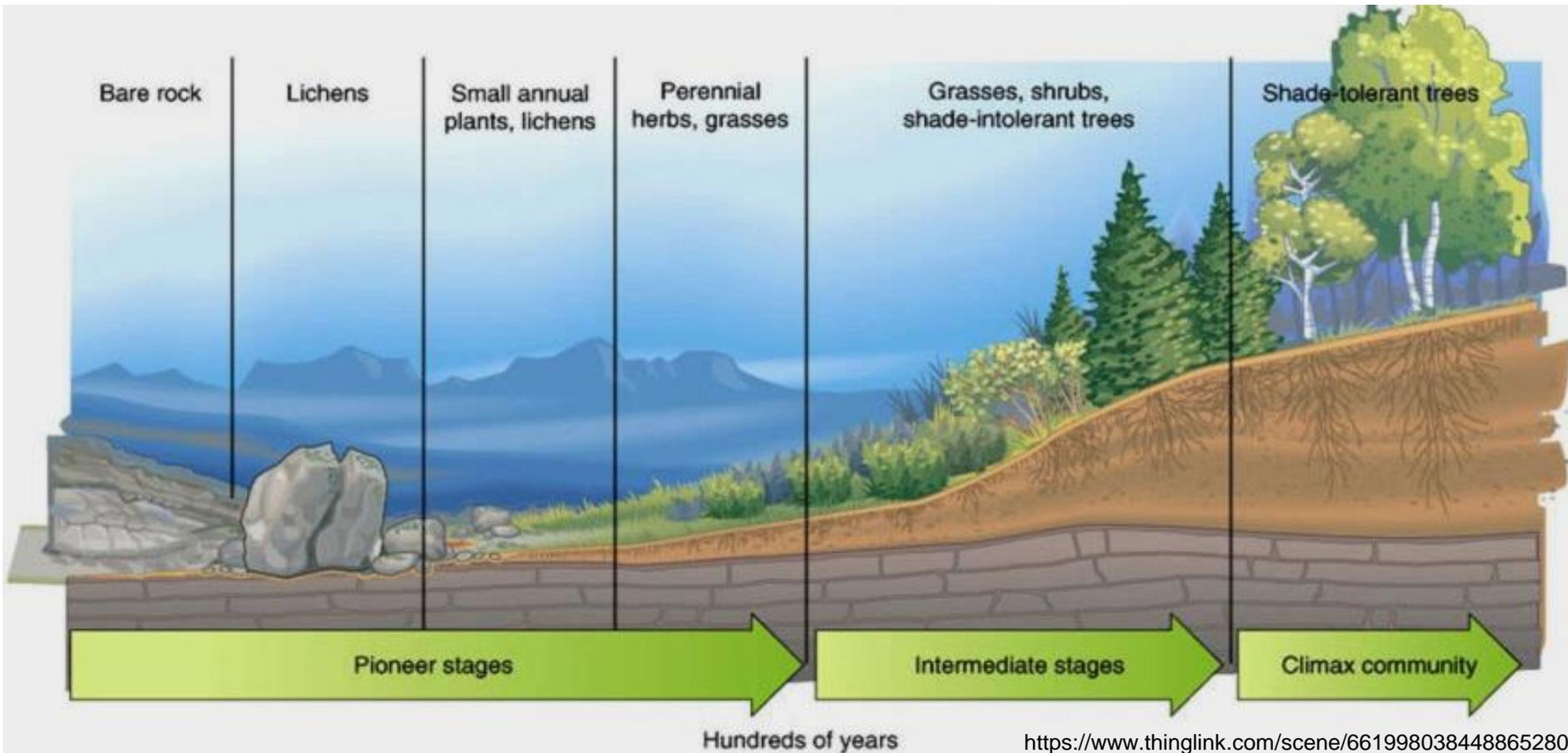
- Organismos pioneros en sucesión ecológica.
- Formación de suelo (meteorización y pedogénesis).
- Protección ante erosión.
- Enriquecimiento de suelos (N y P).



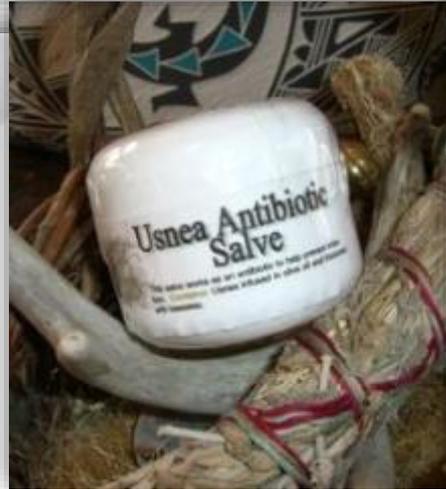
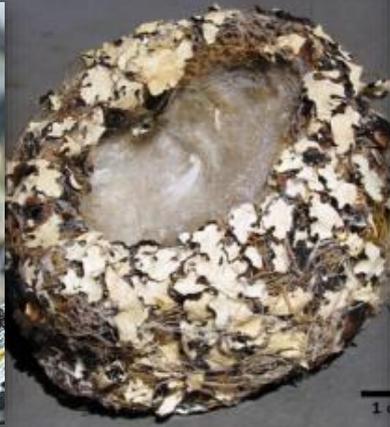
Dra. Zúñiga-Feest



Dr. Muñoz



# Importancia de los líquenes



Alimento para animales; elementos de nidificación; facilitación de camuflaje animal; biomonitoreo y ciclado de nutrientes; extracción de pigmentos; producción de alimentos; producción de antibióticos; ecoturismo...

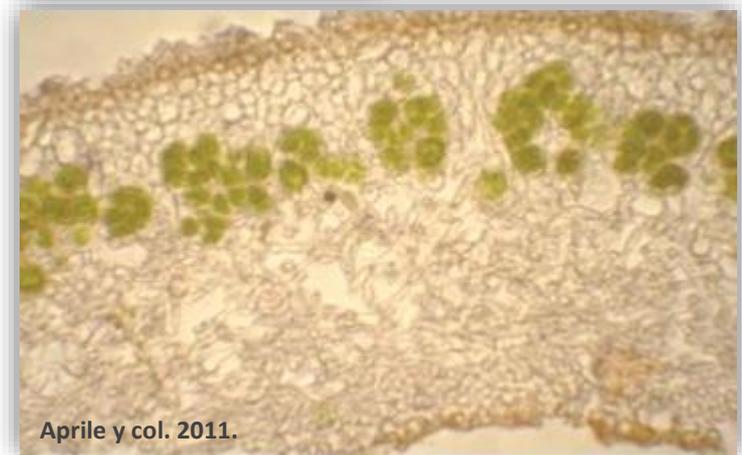
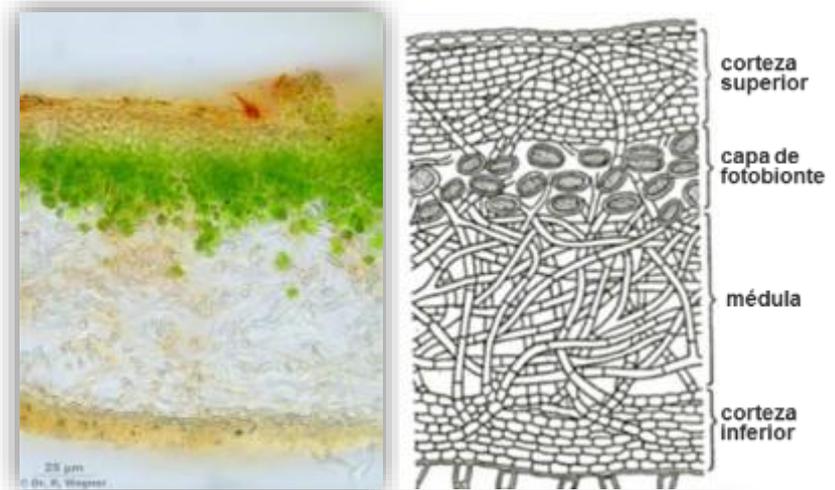
# ¿Cómo se clasifican los líquenes?

## Según el tipo de talo

• **Homómero:** micobionte y fotobionte uniformemente distribuidos.



• **Heterómero:** capas de micobionte y fotobionte diferenciadas.



# ¿Cómo se clasifican los líquenes?

## Según el tipo de sustrato donde crecen

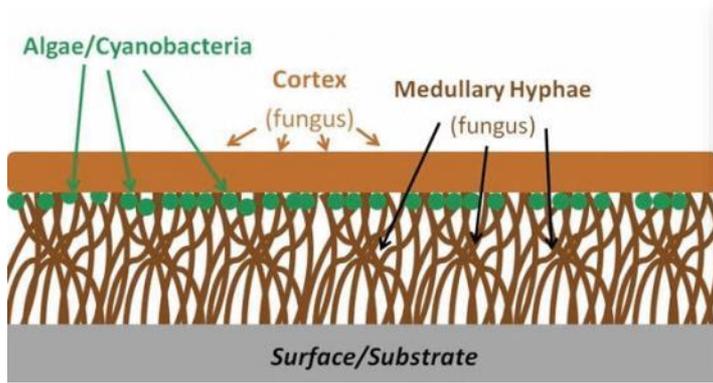
- **Saxícolas:** superficie de rocas
- **Endolíticos:** fisuras de rocas
- **Cortícolas:** corteza de árboles y arbustos
- **Lignícolas:** madera en descomposición
- **Folícolas:** superficie de hojas
- **Muscícolas:** asociados a musgos
- **Terrícolas:** suelo
- **Zoobióticos:** en el cuerpo de animales
- ...



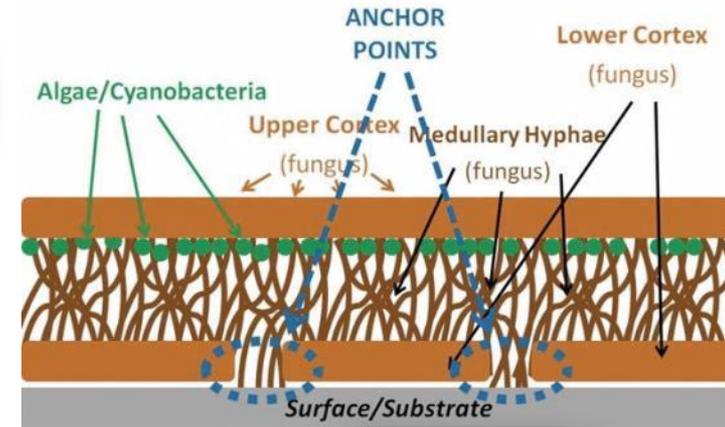
# ¿Cómo se clasifican los líquenes?

## Según su forma de crecimiento

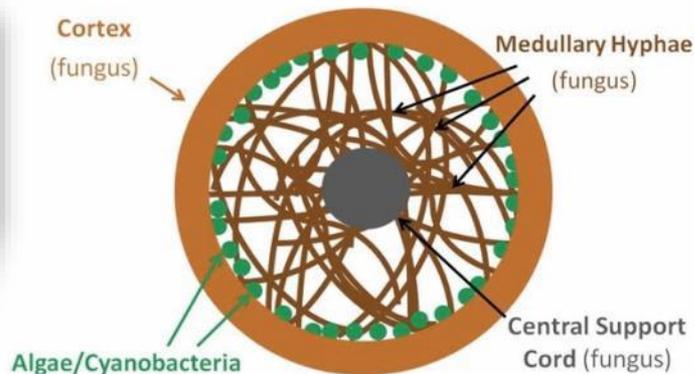
- **Crustosos:** con forma de costra



- **Foliosos:** con forma de hojas



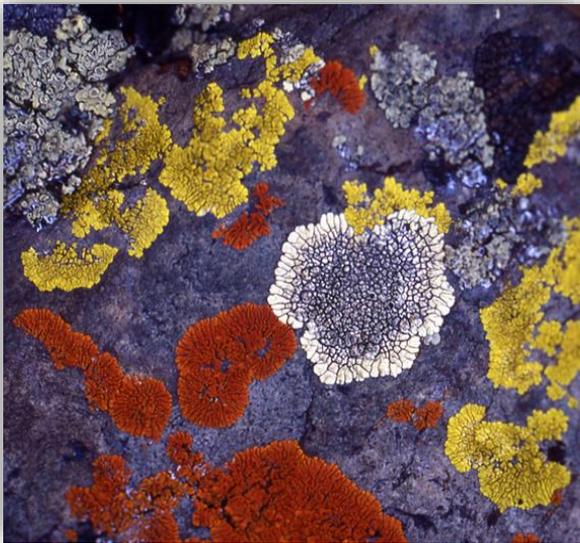
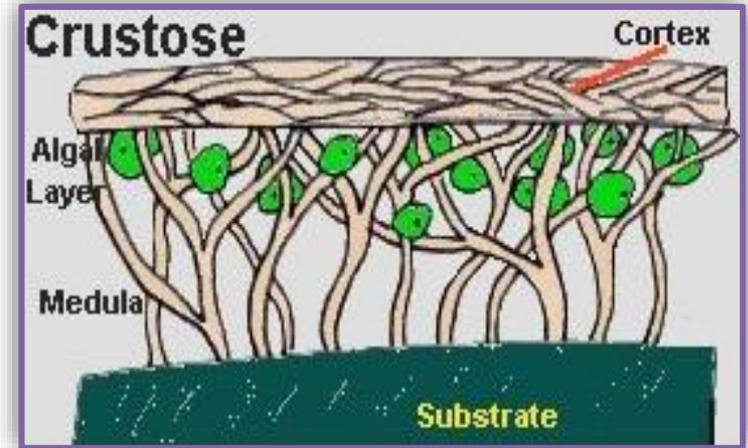
- **Fruticosos:** con forma de arbusto



# ¿Cómo se clasifican los líquenes?

## Líquenes Crustosos

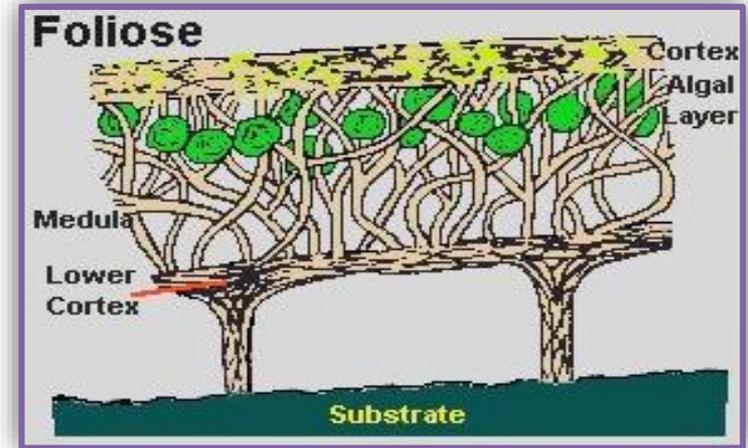
- Forma de “costra”
- Totalmente adheridos al sustrato
- Suelen tener una organización no definida del talo
- Crecimiento lento (pocos mm anuales)
- Encima (epi-) o dentro (endo-) del sustrato



# ¿Cómo se clasifican los líquenes?

## Líquenes Foliosos

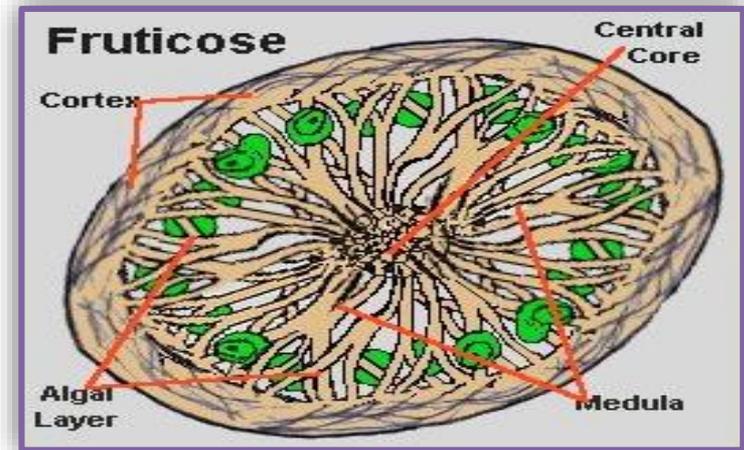
- Forma laminar, similar a una “hojas”
- Parcialmente adheridos al sustrato
- Suelen tener una organización del talo dorsiventral
- Pueden presentar crecimiento de varios centímetros al año



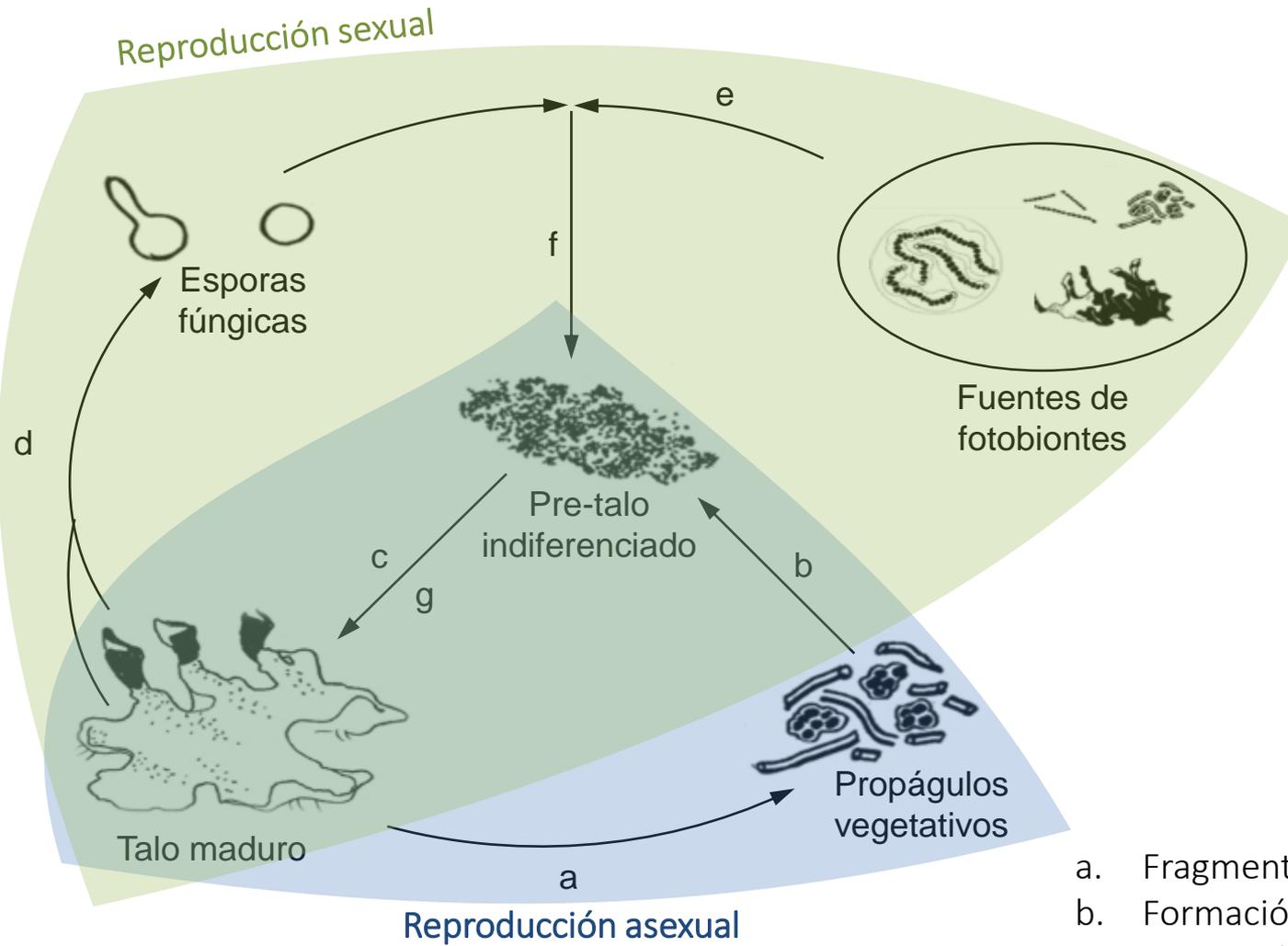
# ¿Cómo se clasifican los líquenes?

## Líquenes Fruticosos

- Forma de arbusto, barba o tubos
- Pequeña superficie de sujeción
- Suelen tener una organización del talo con simetría radial
- Algunos casos, talo con parte basal crustosa y parte vertical fruticosa (dimórficos-*Cladonia* sp.)



# ¿Cómo se reproducen los líquenes?

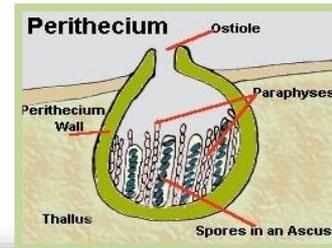
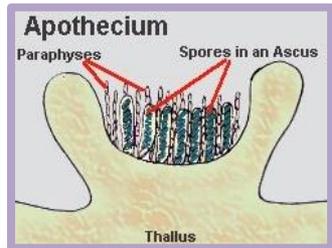


- a. Fragmentación del talo
- b. Formación del pre-talo
- c. Formación del talo maduro
- d. Esporulación fúngica
- e. Asociación con fotobionte compatible
- f. Formación de pre-talo
- g. Diferenciación en talo maduro

# ¿Cómo se identifican los líquenes?

## Reproducción sexual (transmisión horizontal)

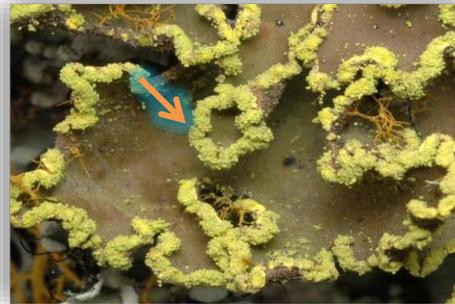
**Apotecios/Peritecios:** estructura reproductiva del hongo que produce ascosporas, las que deben germinar, encontrar células del fotobionte y asociarse a ellas para formar un nuevo líquen.



# ¿Cómo se identifican los líquenes?

## Reproducción asexual o vegetativa (transmisión vertical)

- **Isidios:** proyecciones en forma de “dedos”. Hifas del hongo y células del fotobionte asociadas de manera continua envueltas por corteza.
- **Soredios:** granos finos. Asociación de algunas células del fotobionte fuertemente envueltas por hifas y carentes de corteza.



## Otras estructuras

- **Cifelas/Pseudocifelas:** estructuras que actúan como poros en la superficie externa del líquen y que permiten el intercambio de gases con el exterior.
- **Rizinas:** órganos apendiculares de sujeción.
- **Venas:** engrosamientos parciales de la médula de ciertos talos foliosos.
- **Cefalodios:** estructuras internas o externas que alojan al cianobionte en líquenes tripartitos.



# Otras fuentes para más información

**PROGRAMA**  
**TURISMO DE INTERESES ESPECIALES**  
(Google Meet, inscribete: [Yasira.belinar@umag.cl](mailto:Yasira.belinar@umag.cl))  
**JUEVES 11 JUNIO 2020**

**14:30 - 16:00**  
Horario Magallanes

**Dra. Laura Sánchez, Ecóloga.**  
Directora Centro Universitario Coyhaique - Umag

**"HONGUSTO; CIENCIA CIUDADANA EN TORNO A LOS HONGOS DE LA REGIÓN DE AYSÉN"**

**16:15 - 17:45**  
Horario Magallanes

**Dra. Julieta Orlando, Microbióloga.**  
Prof. Asociada Depto. Ciencias Ecológicas - U. De Chile

**"CONOCIENDO LOS LÍQUENES DE LA PATAGONIA"**

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

**SEMINARIO**

**"Líquenes antárticos y subantárticos: selectividad y diversidad de los simbiontes."**

EXPONE:  
**Dra. Julieta Orlando.**

Profesora Asociada. Laboratorio de Ecología Microbiana, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Anfitrión: Prof. Francisco Chávez.

Miércoles 15 de julio del 2020, a las 12:00 hrs.  
Ingresando a los siguientes links:  
<https://www.youtube.com/channel/UCxLoMdr8JEBZv1sD77J518w>  
<https://www.facebook.com/groups/3557073204322620/>



**100CIA Webinar**

Te invitamos al  
Ciclo digital de  
Webinars gratuitas

**Dra. Julieta Orlando**

Departamento de Ciencias Ecológicas,  
Universidad de Chile.

**HERRAMIENTAS DIGITALES PARA CIENCIA EN TIEMPOS DE PANDEMIA**

Fecha: 26 de Agosto 17 hrs. CLT

**¡Te esperamos!** INSCRIPCIÓN GRATUITA

#QuédateEnCasa #ViveLaCiencia #LaCienciaNoPara

**NATURALISTAS CHILE**  
#CuarentenaConCiencia

Jueves 16 · 19:00 · Julieta Orlando

**"Líquenes: un micromundo por descubrir"**

© Julieta Orlando

**LIVE** NATURALISTAS CHILE @naturalistasch

Colabora



RRSS Laboratorio de Ecología Microbiana  
**LEMi\_UCh (ig/tw) @LEMiUCh (fb)**



<https://www.youtube.com/watch?v=YJfXTEIkalg> (Charla Turismo de Intereses Especiales)

<https://www.youtube.com/watch?v=rOgBvNQHjsE> (Charla Departamento de Biología UChile)

<https://www.facebook.com/naturalistasch/videos/3028274713958336/> (Charla Naturalistas Chile)

<https://play.4id.science/100cia/conferencias/PL621DP> (Charla Webinar 100CIA - 4ID)



**FONDECYT 1181510**  
**Investigadora Responsable**  
Dra. Julieta Orlando  
**Colaboradores**  
Dra. Margarita Carú (UCh)  
Dr. Martin Grube (KFU Graz)  
Dr. Bernard Goffinet (UConn)





**LEMi** UChile  
LAB. ECOLOGÍA MICROBIANA

@LEMiUCh/@LEMi\_UCh



**Julieta Orlando**  
([jorlando@uchile.cl](mailto:jorlando@uchile.cl))