

Evolución de simbiontes de corales frente al cambio climático



Aranda, María Agustina



Fernández, Camila Ayelén



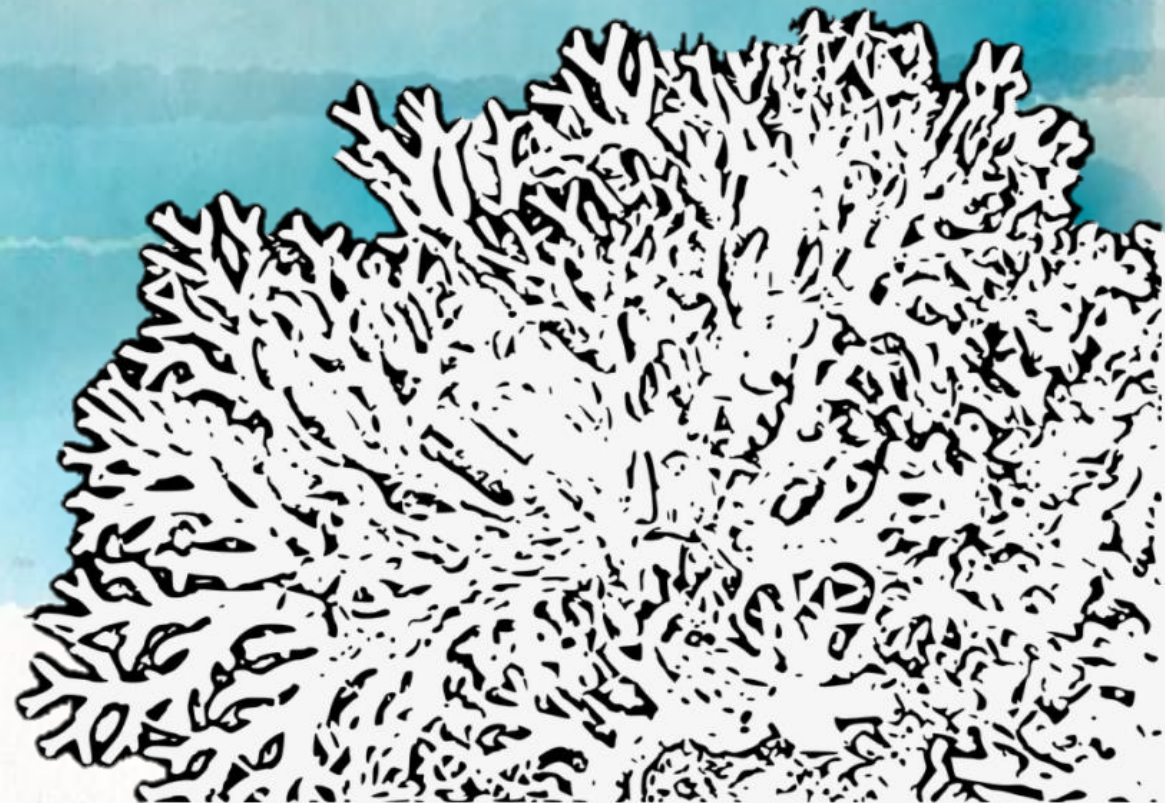
Iribas, Francisco Javier



Goldsack, María Luján



Patterson, Fiona Alexandra



Justificación del proyecto





Fuente: Evan K. D'Alessandro



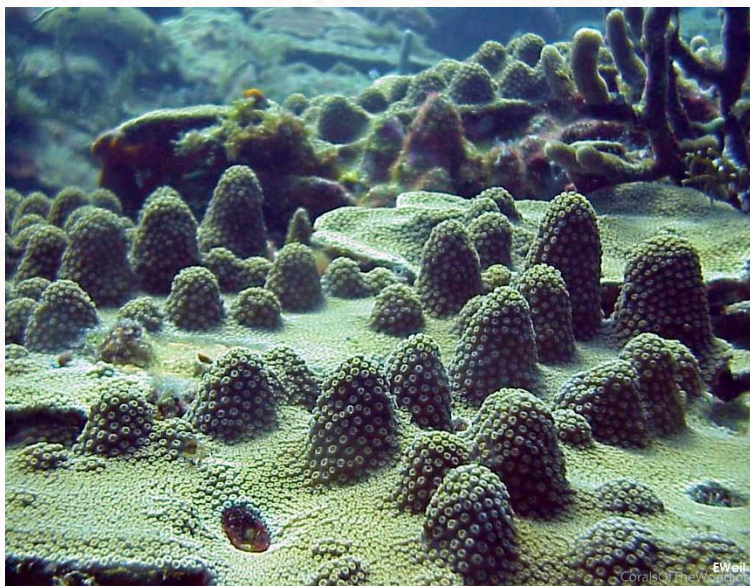
Orbicella faveolata



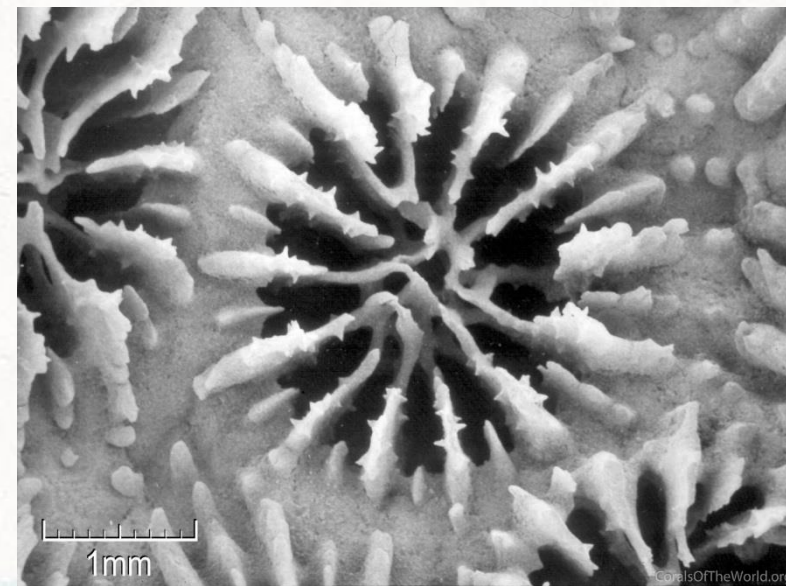
- Las colonias pueden ser con formas columnares, aplanadas, laminares o masivas, dependiendo de factores ambientales (luz y corrientes).
- Superficie ondulada con protuberancias. Los coralitos son pequeños, de entre 2.5 y 5 mm de diámetro
- Coloración marrón, amarilla, verde o gris, en ocasiones con tonos púrpura.



Fuente: Ernesto Weil



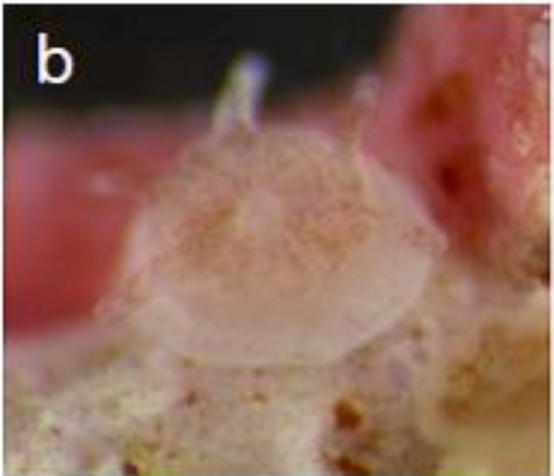
Fuente: Ernesto Weil



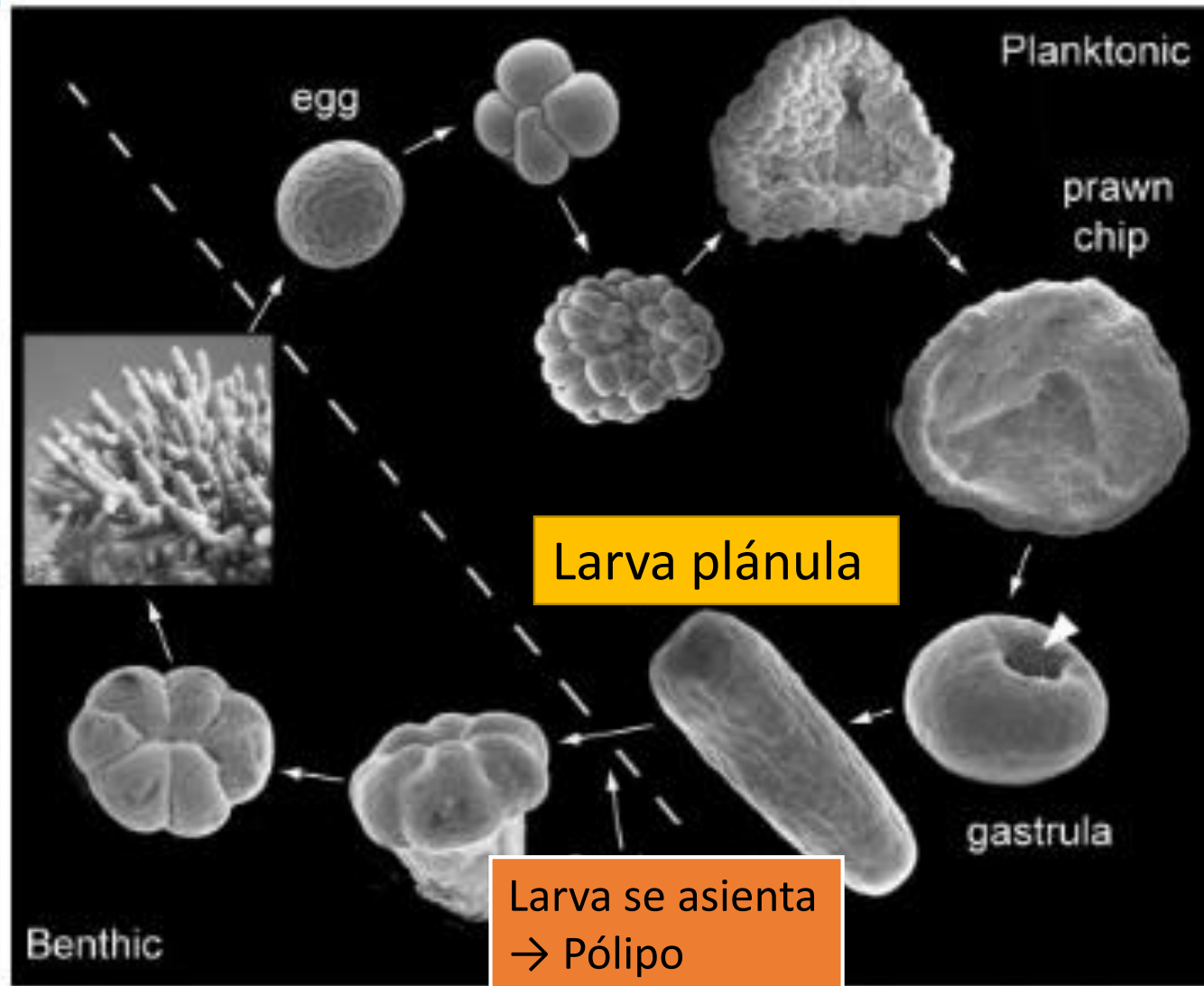
Fuente: Ann Budd

Orbicella faveolata – Ciclo de vida

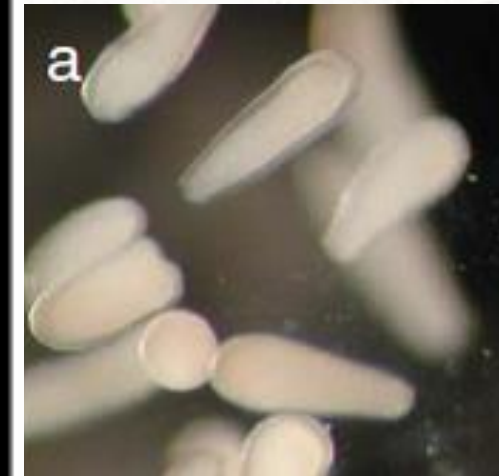
Liberación de gametos
→ fecundación externa



Fuente: Schwartz et al. BMC Genomics (2008) 9:97



Fuente: Hayward et al. PLoS ONE (2011) 6(10):e26411







Fuente: Schwartz et al. BMC Genomics (2008) 9:97

Orbicella faveolata - Simbiontes

Varias especies diferentes de la familia Symbiodiniaceae, se asocian con el coral,

dependiendo del grado de intensidad de la luz.

- Clado **A** (*Symbiodinium*) 
- Clado **B** (*Brevolium*) 
- Clado **C** (*Cladocopium*) 
- Clado **D** (*Durusdinium*) 



Orbicella faveolata – Estado de conservación

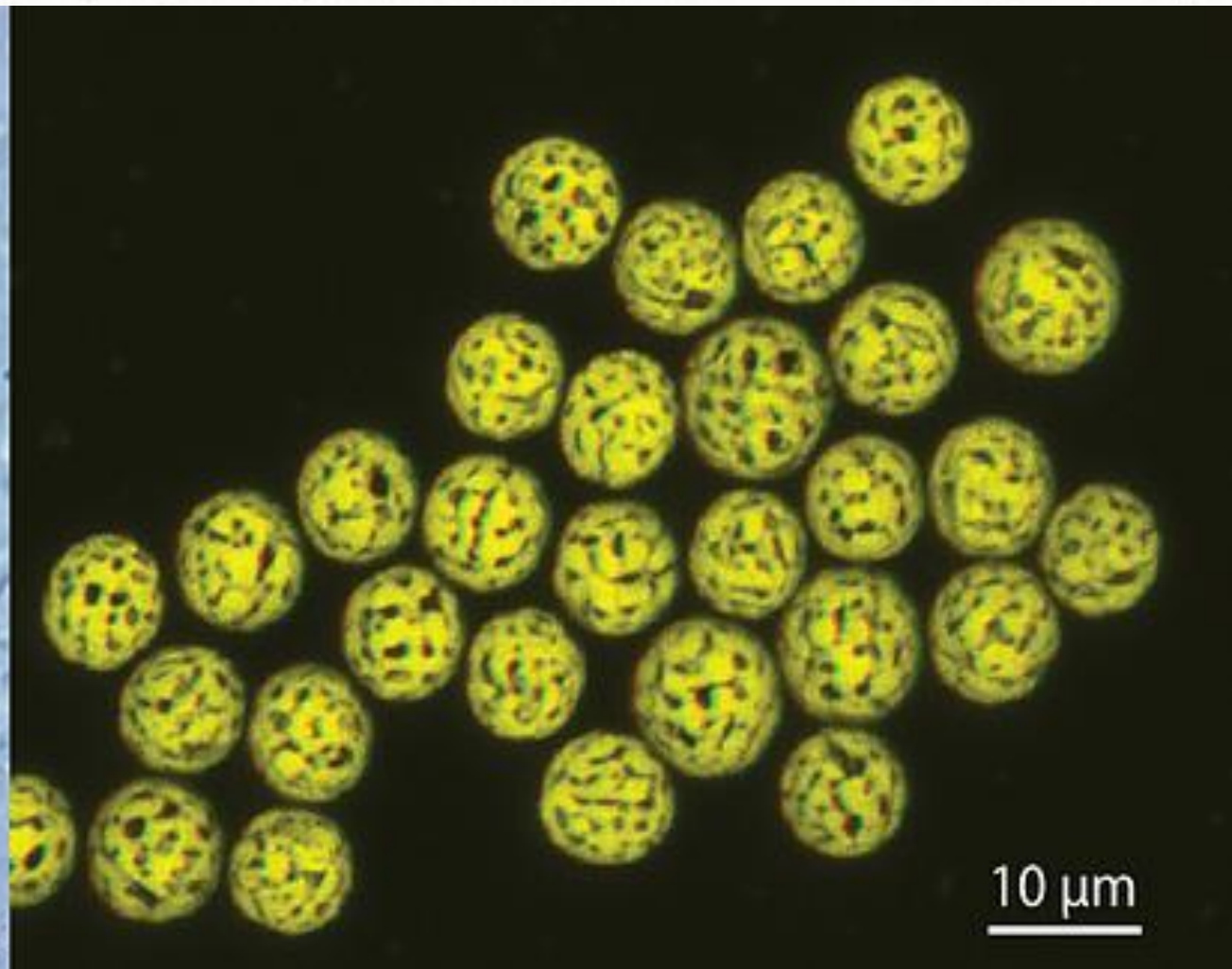
- IUCN Red List: **EN PELIGRO**, población **DECRECIENDO**.
- Amenazas: **cambio climático** (extremos de temperatura → blanqueamiento).



Fuente: Joyce & Frank Burek



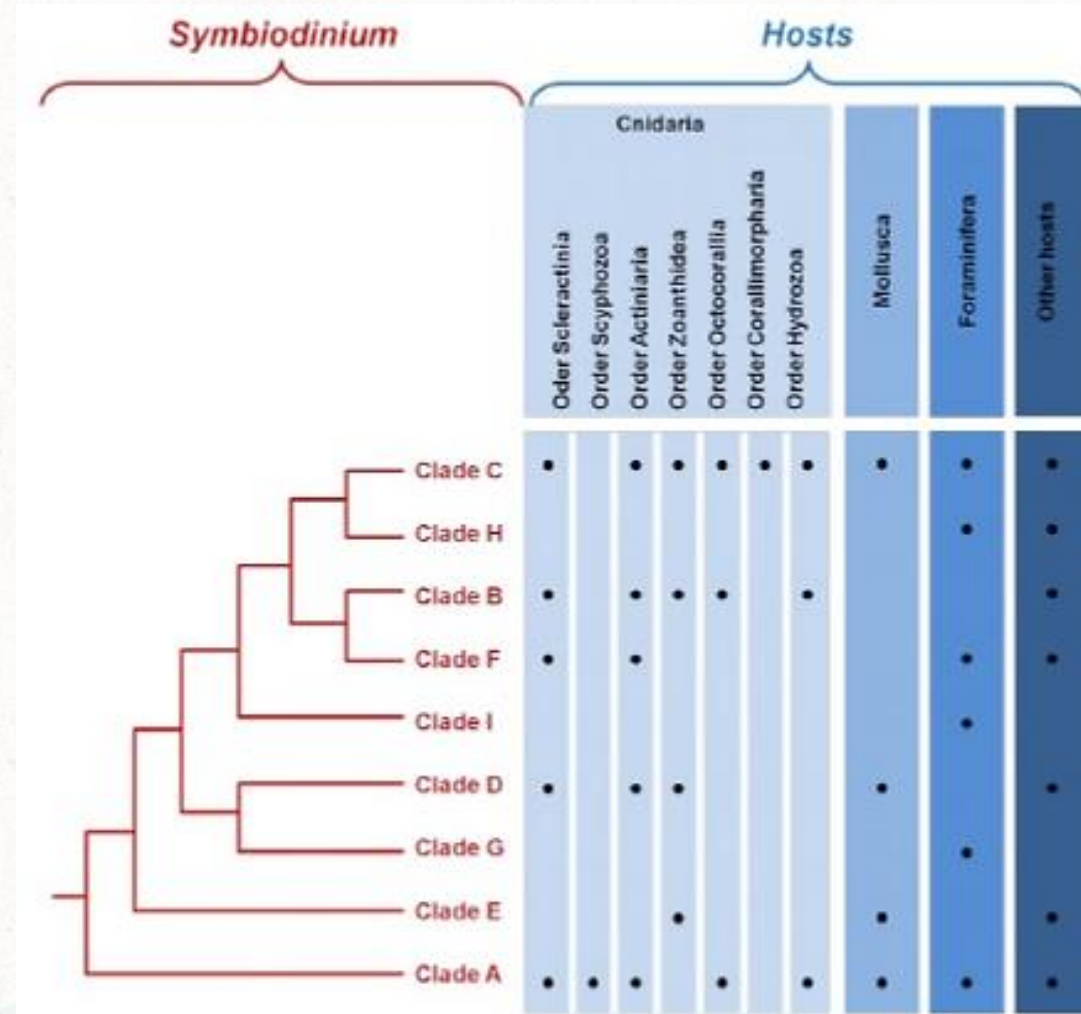
Symbiodiniceae



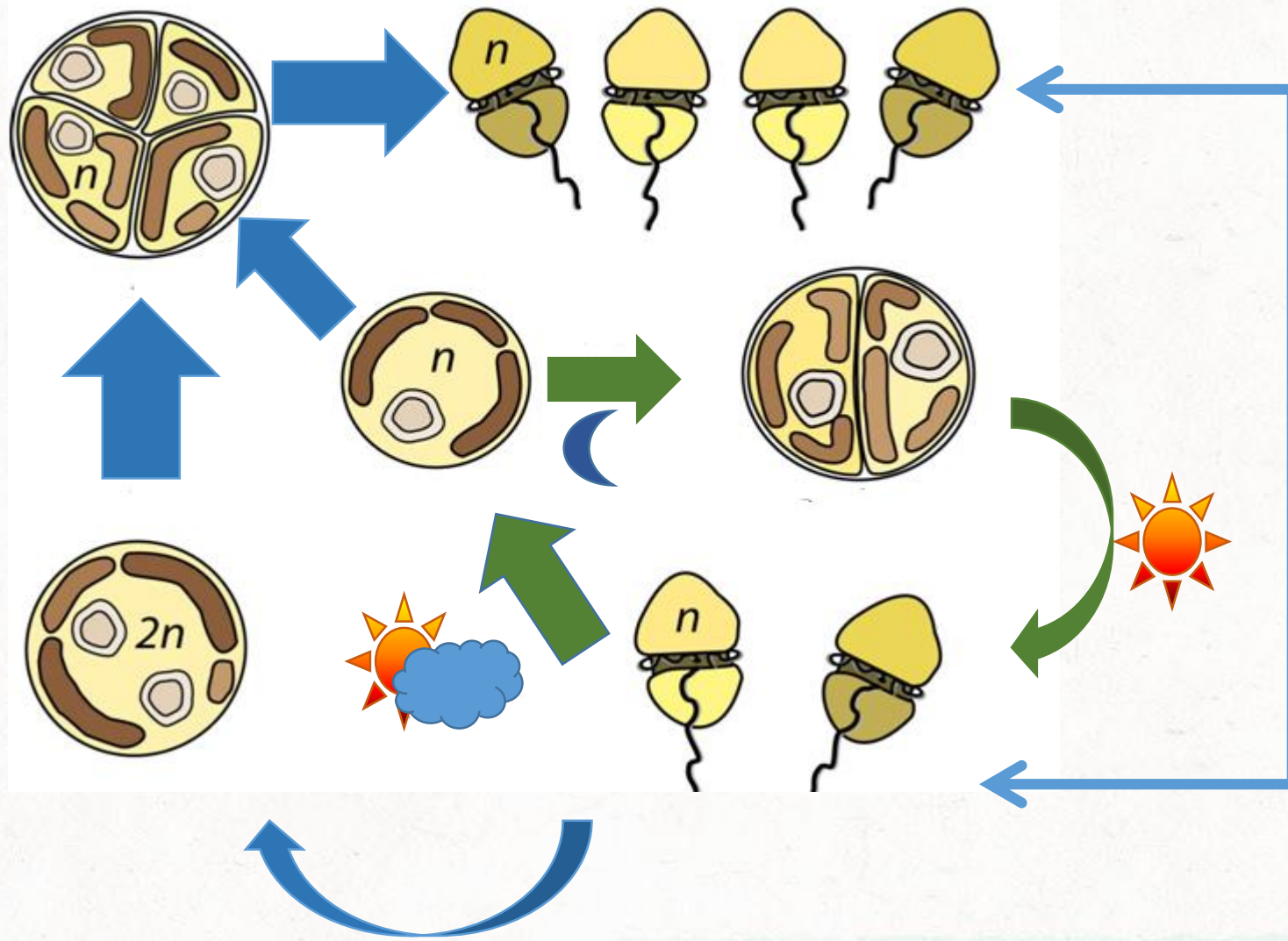
Fuente: Todd
LaJeunesse

Familia Symbiodiniaceae – Taxonomía

- En los huéspedes las algas se presentan en su **forma vegetativa**.
- Difíciles de clasificar a simple vista.
- Gran variedad de organismos → clasificados en clados de la A-I, gracias a diferentes marcadores moleculares, entre ellos:
 - ✓ ITS2
 - ✓ psbA
 - ✓ elf2 (elongation factor 2)
 - ✓ col (cytochrome oxydase I)
 - ✓ cob (cytochrome oxydase B).
 - ✓ 23S (cloroplastos)



Symbiodiniceae – Ciclo de vida



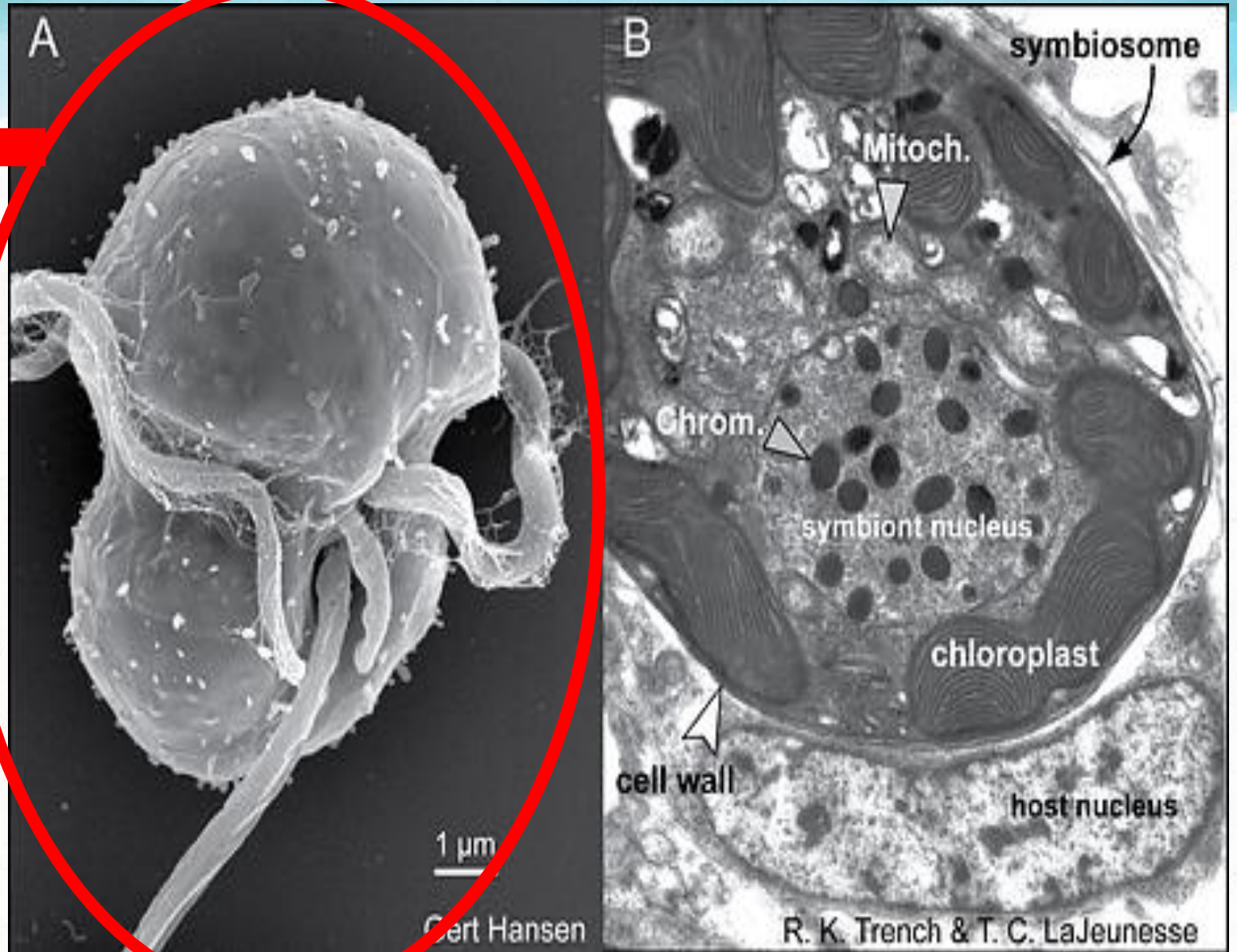
En cultivos: 1-3 días.
En el huésped: 70-100 días.

- Asociado al **fotoperíodo** y a la disponibilidad de **nitrógeno**
- Presencia de reproducción asexual y sexual.

¿Por qué es importante la fase de mastigote?

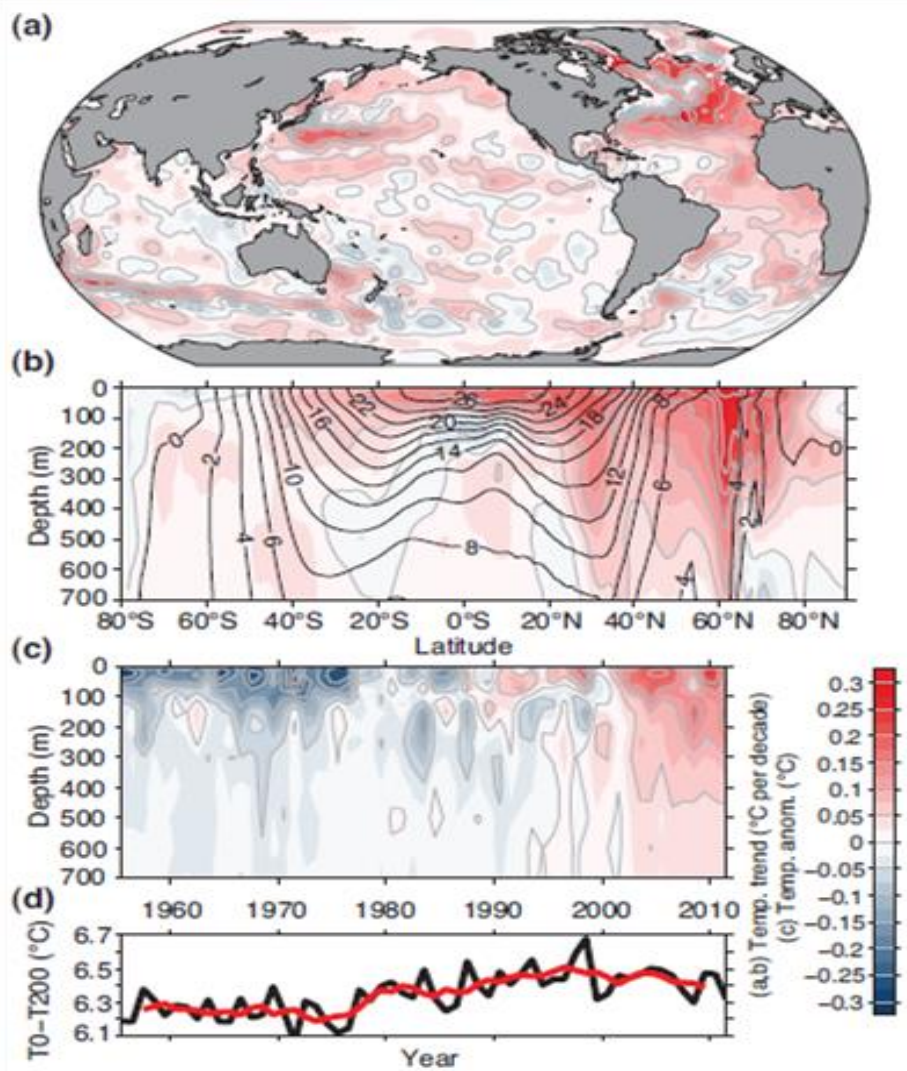
- Corales → diferentes estrategias reproductivas.

Symbiodiniceae contribuye al fitness del coral.

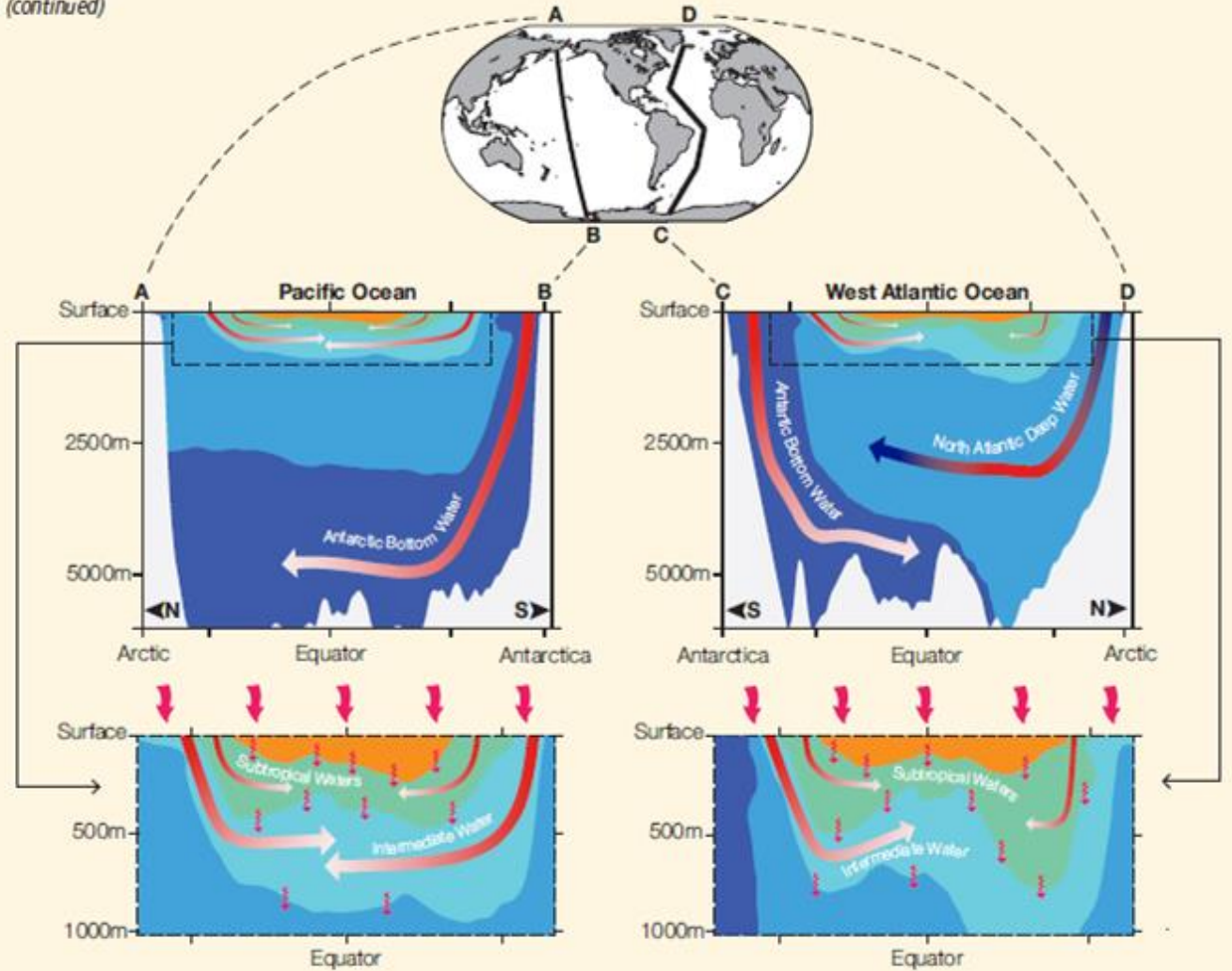




Cambio climático



FAQ 3.1 (continued)

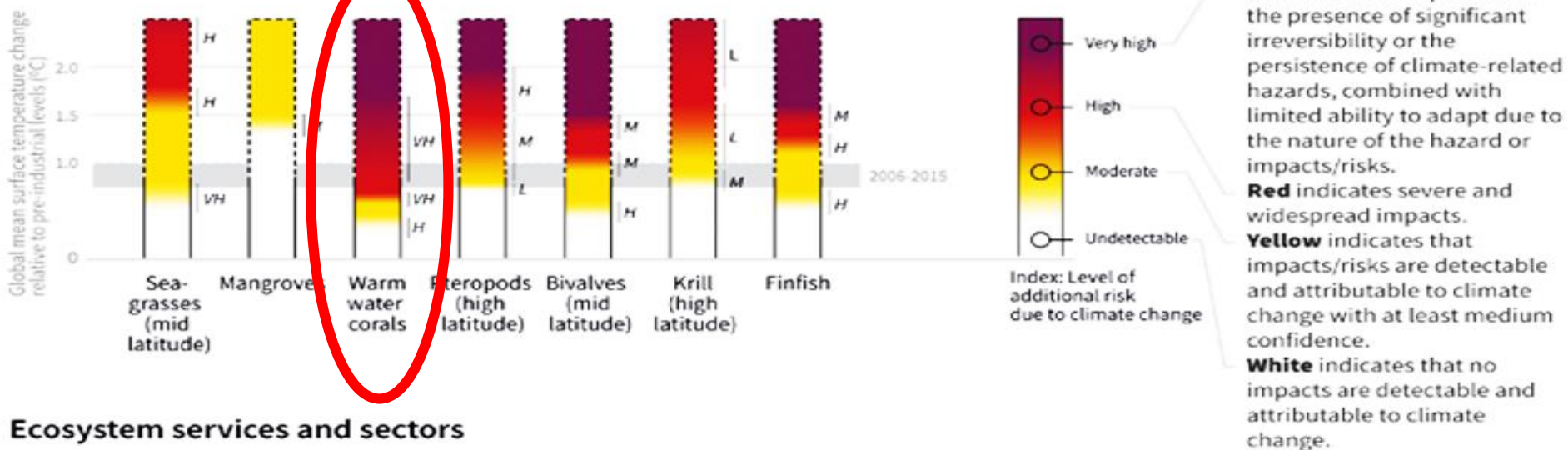


Fuente: IPCC (2013)

Impactos del cambio climático

- Se ha estimado un aumento de temperatura en la superficie de los océanos (hasta los 75m) de **0.11° C [0.09 / 0.13] °C** por década.
- Para el año **2100** la temperatura media del océano será **1-2°C** mayor que la actual.

Coastal and marine organisms



Ecosystem services and sectors

Fuente: IPCC (2018)

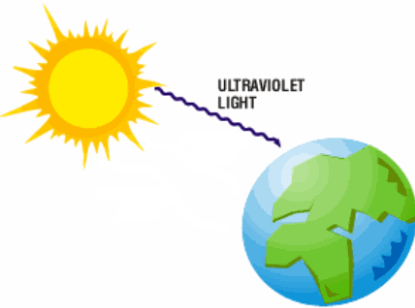
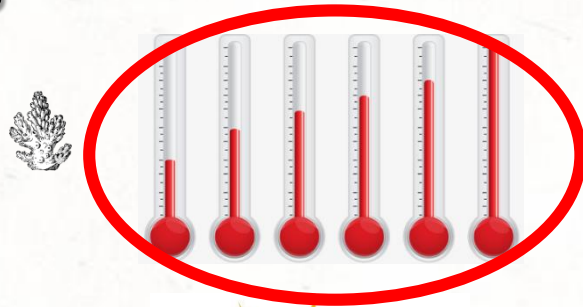
Blanqueamiento

¿Qué es?

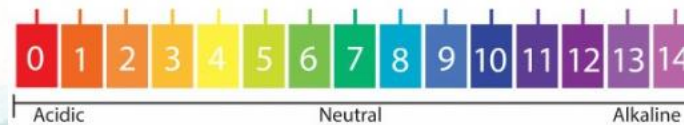
CORAL BLANQUEADO = CORAL SIN SIMBIONTE

Fenómeno → Pérdida de color → Pérdida de simbiontes por el coral

Causas

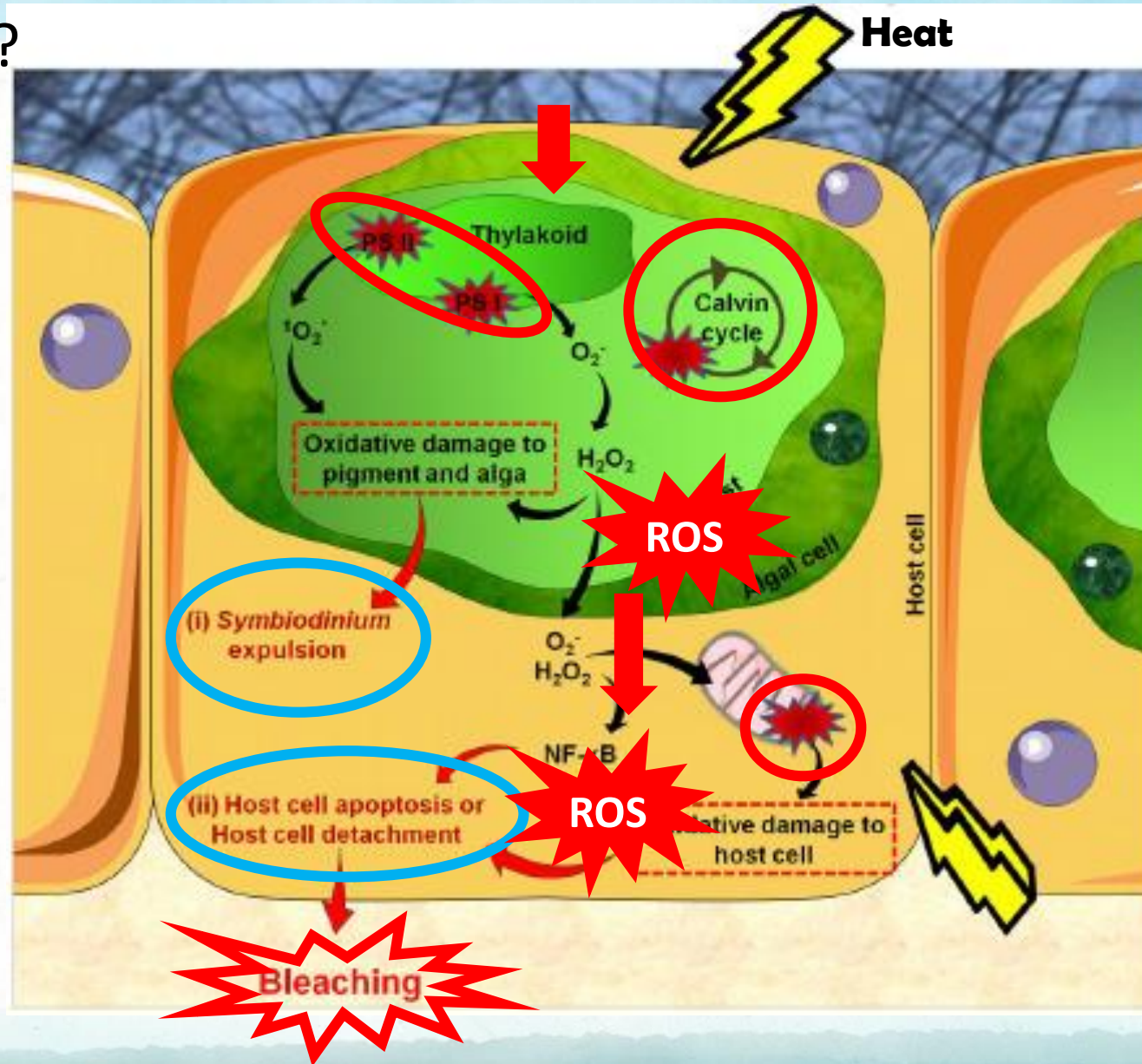


↓ The pH Scale



Blanqueamiento

¿Cómo se produce?

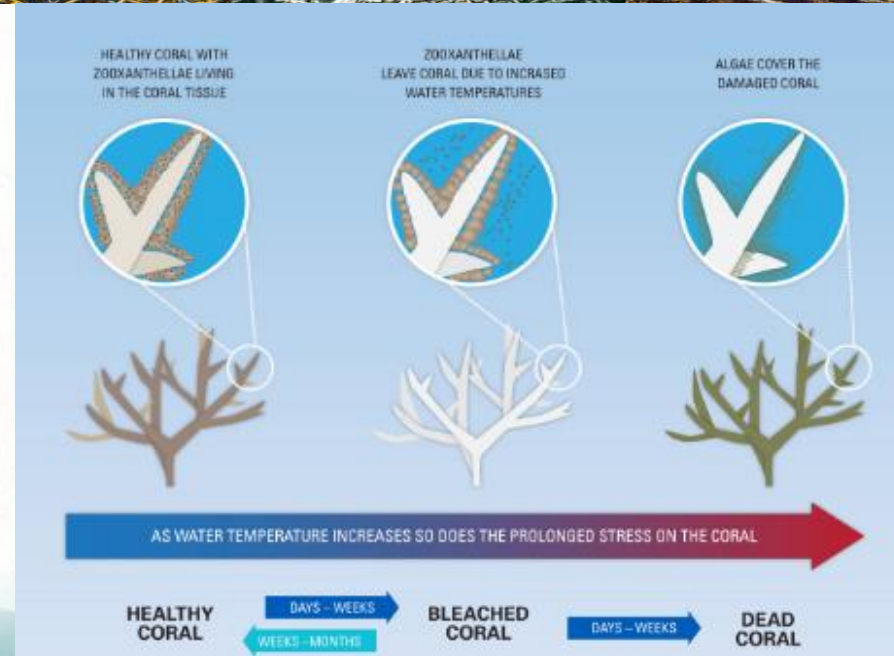


Fuente: Fournier. *BioSciences Master Reviews* (2013)

Blanqueamiento – Consecuencias

- 🌿 ↓ Crecimiento
- 🌿 ↓ Capacidad reproductiva
(tamaño gametas, spawning)
- 🌿 ↓ Desarrollo
- 🌿 ↓ Resistencia a infecciones

🌿 Sin recuperación →



Fuente: XL Catlin Seaview Survey

Fuente: <https://saveourseas.com/infographic/coral-bleaching/>

Hipótesis:

Las **algas simbiotes** del coral *Orbicella faveolata* tienen la capacidad de

Observación:

adaptarse al calentamiento de los océanos a través de **cambios heredables** de

Orbicella faveolata puede adaptarse a cambios en la temperatura del agua de genotipos asociados a la **resistencia térmica**.

29°C a 34°C (Dziedzic *et al.* 2019). Sin embargo, no se ha estudiado si sus **algas**

Objetivos:

simbiotes presentan la misma capacidad adaptativa.

- ✓ Examinar el potencial de adaptación de las **algas simbiotes** al calentamiento.
- ✓ Cuantificar la heredabilidad de la tolerancia térmica de las **algas simbiotes**.

A diver in a black wetsuit and orange helmet is shown underwater, examining a coral reef. The diver is wearing a wetsuit with "LUNG" and "PRO" visible on the back, and "fourth" on the sleeve. The diver is holding a blue brush and is pointing at a piece of coral. The background is a dense coral reef with various types of coral and sea fans.

Diseño experimental

Colecta de coral

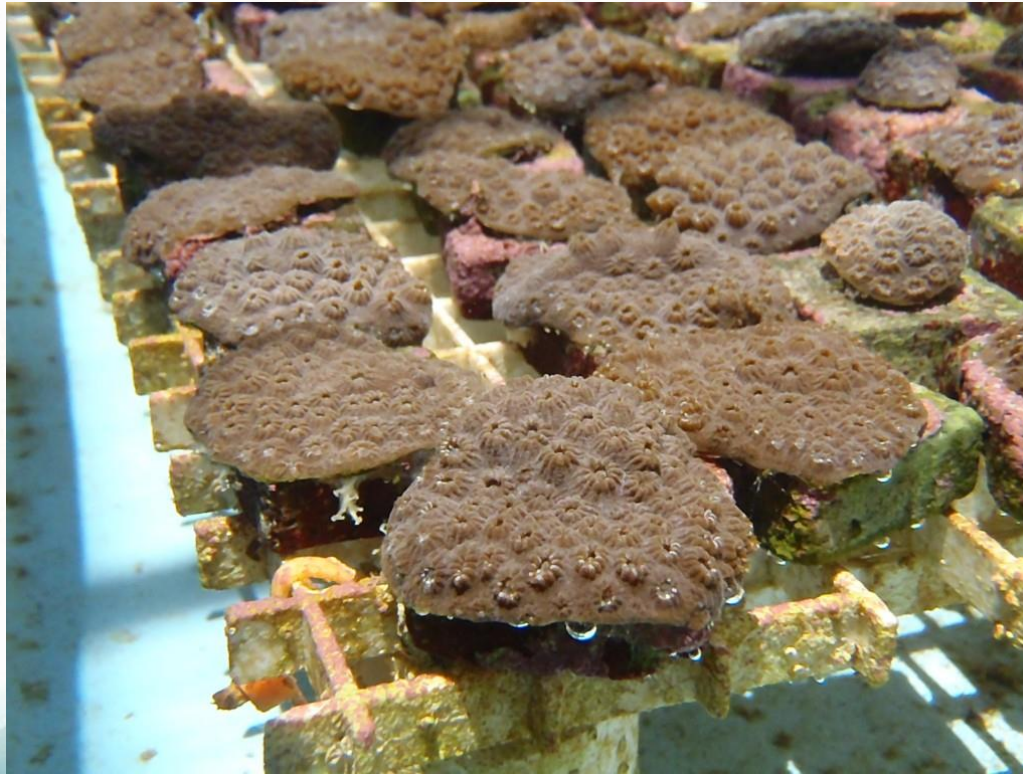
- **Método:** Transectas de 10m tomando 25cm² de coral cada 1 metro (Manzello et al. 2018).
- **Región de estudio:** Florida Keys – Estados Unidos . En cumplimiento con el Código Federal de Regulaciones (PART 922—NATIONAL MARINE SANCTUARY PROGRAM REGULATIONS , Subpart P—Florida Keys National Marine Sanctuary).



Cría de coral en acuario

- Durante **10 años** se deja crecer el coral hasta colonizar la pecera, obteniendo el stock para futuros experimentos.
- Condiciones pecera stock-control = condiciones del océano (pH, salinidad, [CO₂])

T°=media anual=28.5°C



Fuente: Dave Vaughan

Tratamientos

- ***Primera línea experimental:*** Plasticidad fenotípica
- ***Segunda línea experimental:*** Selección natural

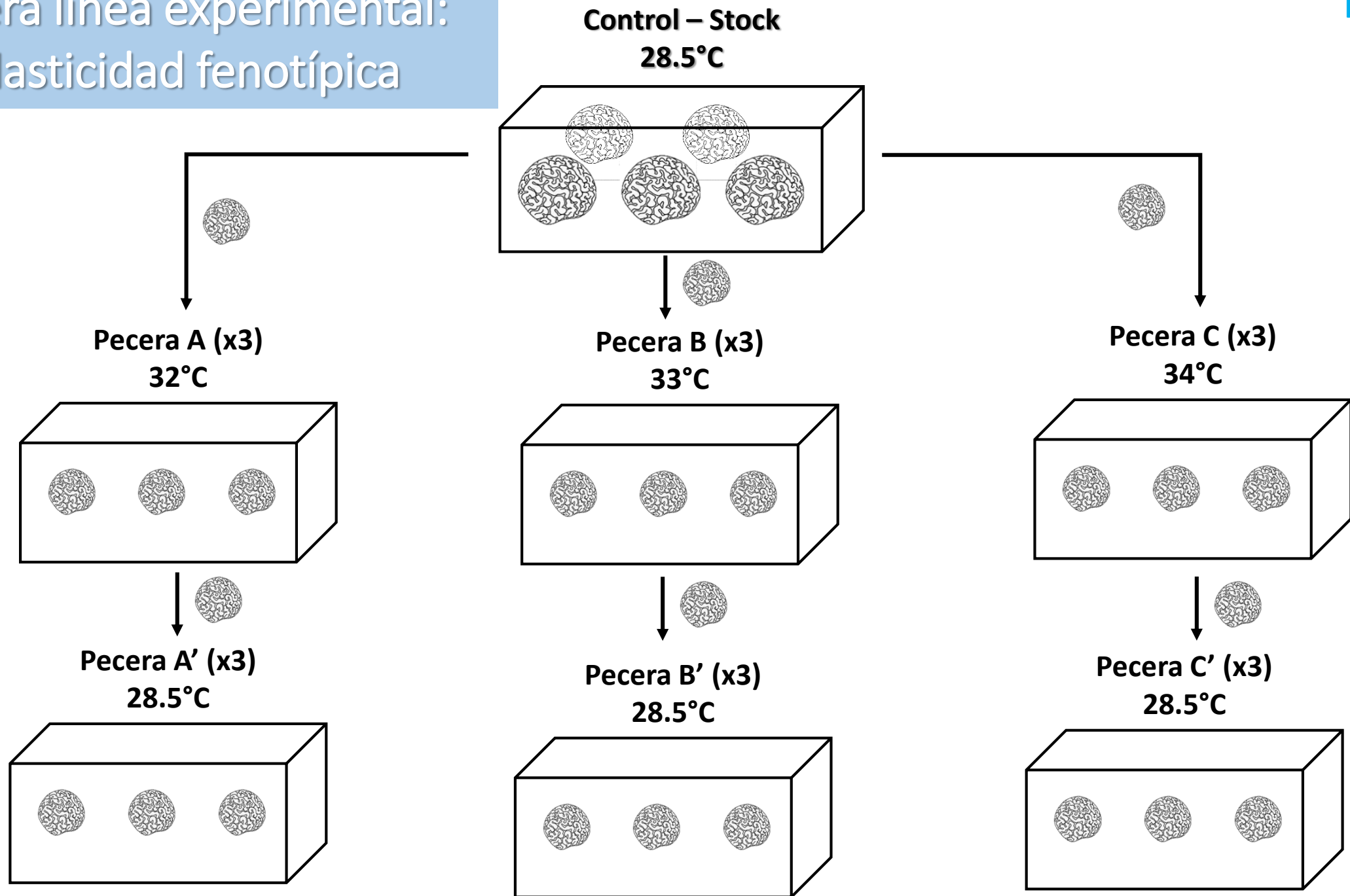


Justificación del diseño experimental

- ✓ Elección de la especie de pólipos (*Orbicella Faveolata*) → *amplia distribución*
- ✓ Elección del sitio Florida Keys → *gran diversidad de algas simbiotas*
- ✓ Elección fecha de muestreo → *temperatura similar a la media 2019 (28.5°C)*
- ✓ Armado de un “stock” en el laboratorio → *restricciones legales*

Primera línea experimental: Plasticidad fenotípica

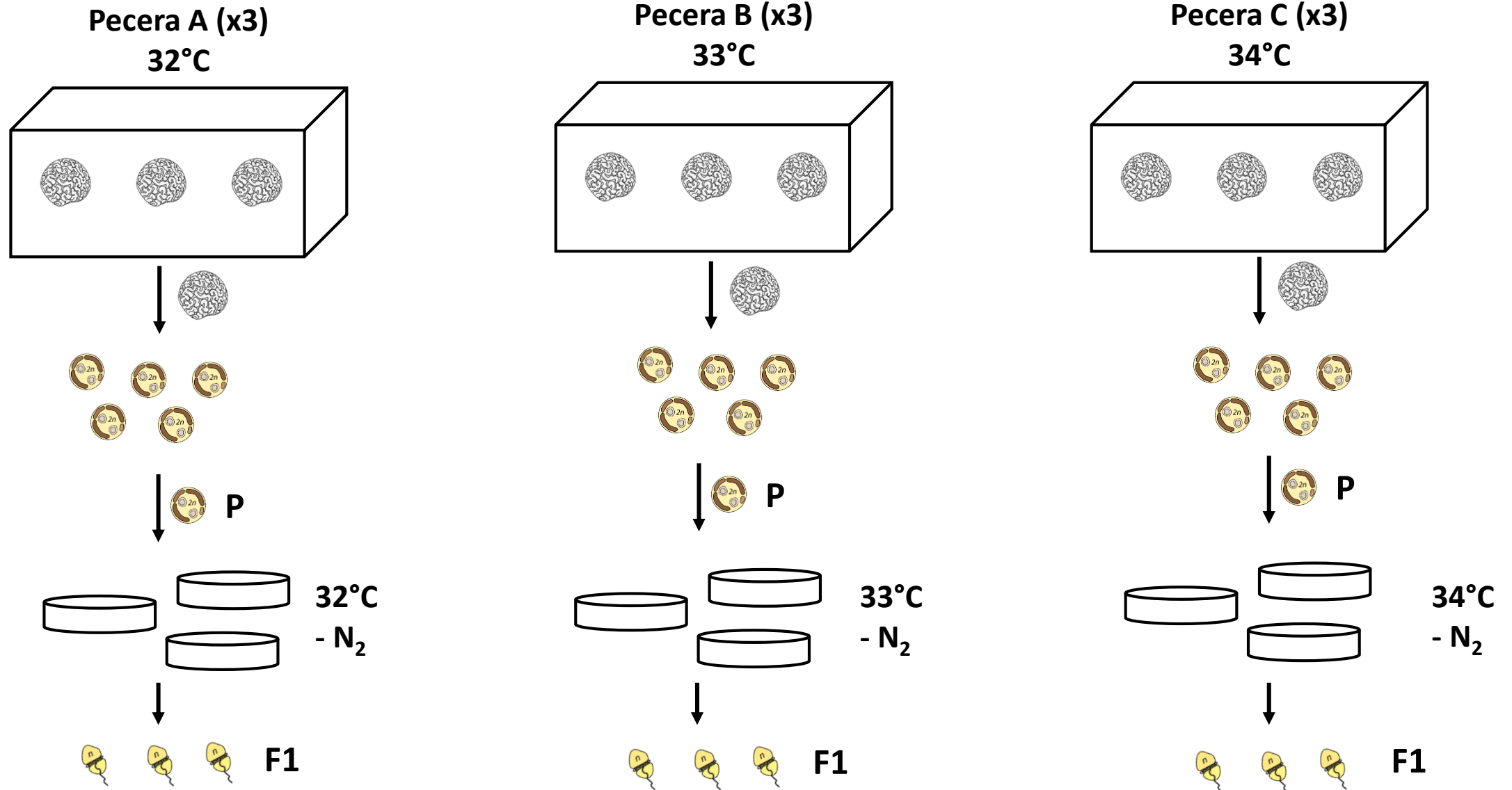
Primera etapa



1. Toma de muestras del holobionte.
2. Aislamiento de las algas por NaOH (Zamoum & Furla 2012).
3. Análisis del transcriptoma de todo el genoma por qRT-PCR (Hauff Salas *et al.* 2017).
4. Enfoque en los cambios de expresión de genes previamente estudiados en la resistencia térmica.
5. Análisis del proteoma por electroforesis en gel de poliacrilamida de genes que NO hayan sido estudiado anteriormente cuya expresión varíe significativamente ($p < 0.001$).

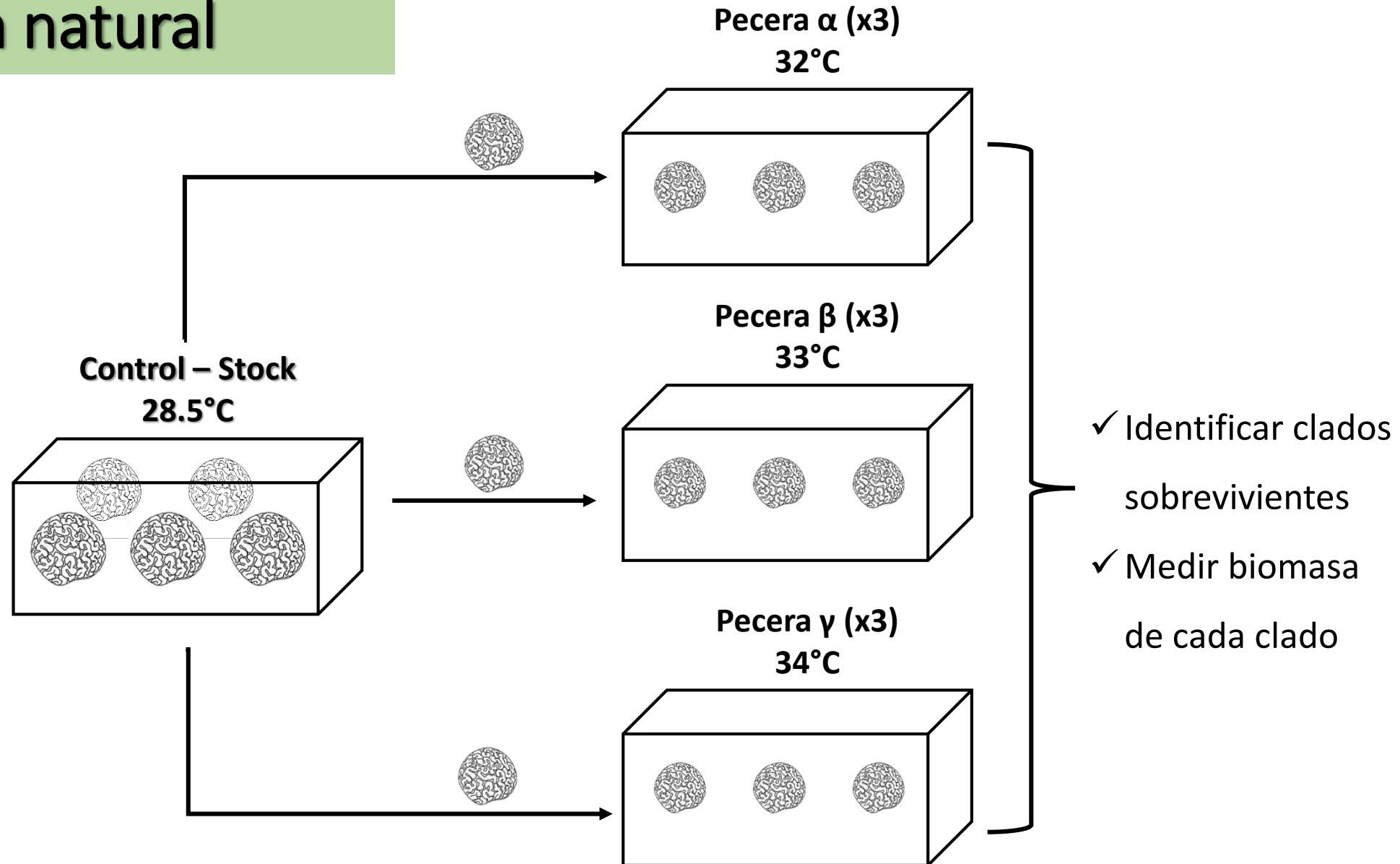
Primera línea experimental: Plasticidad fenotípica

Segunda etapa

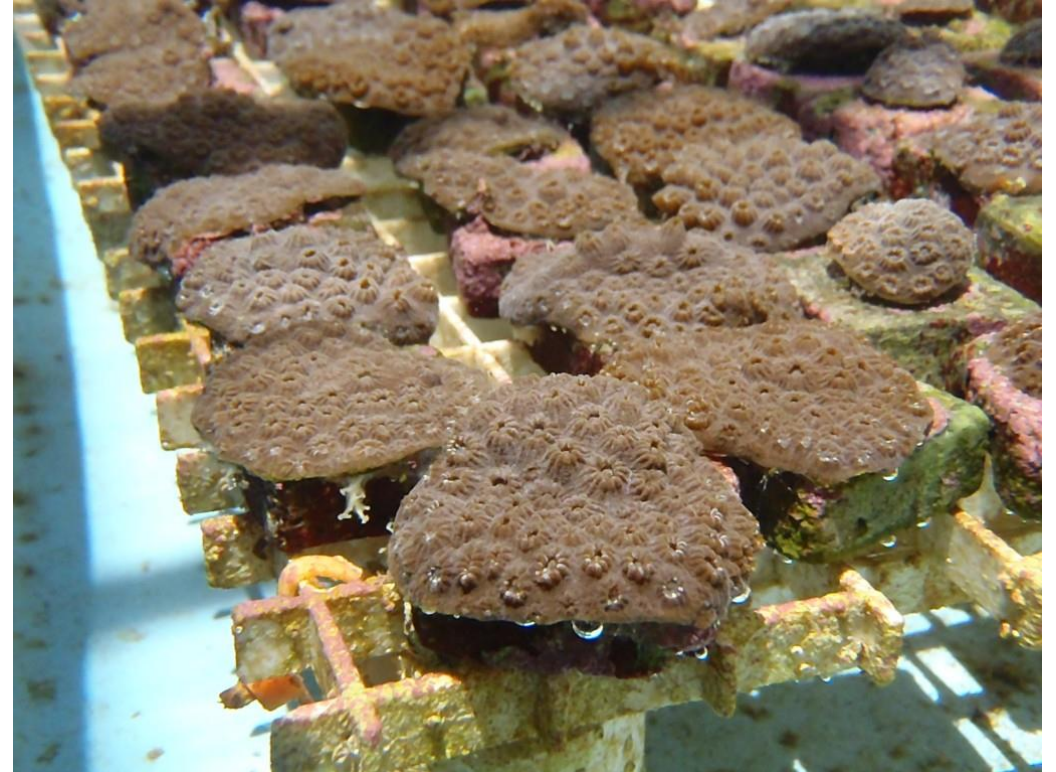
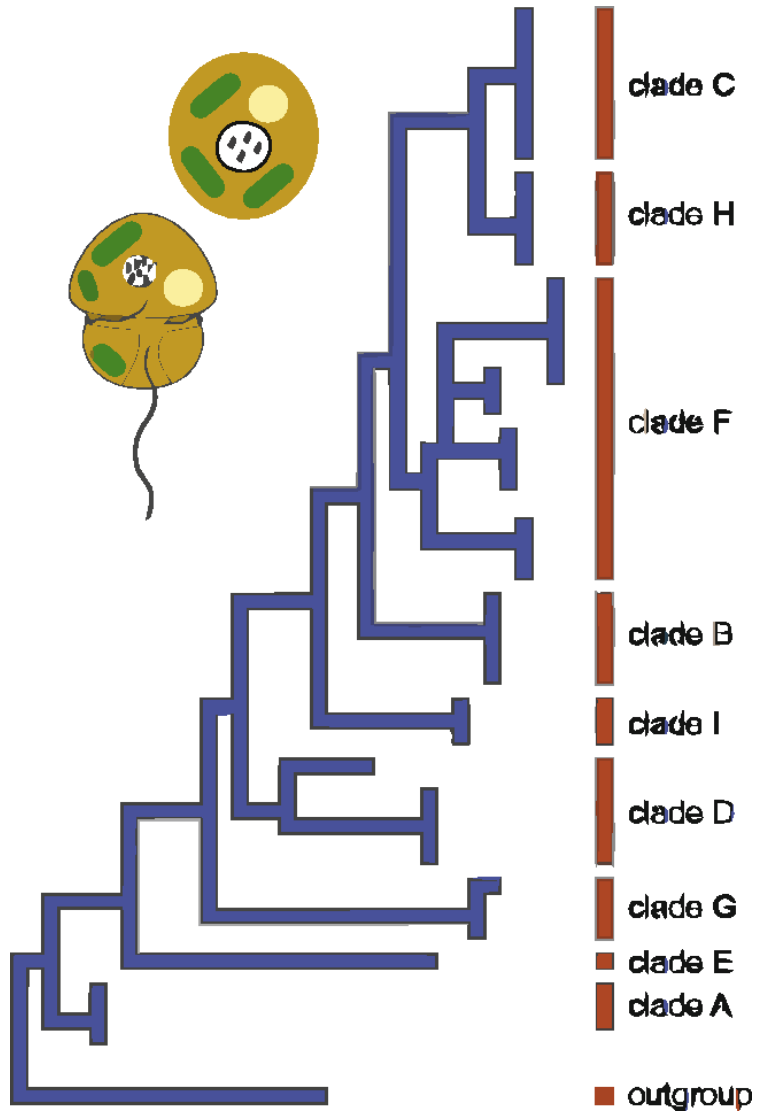


1. Toma de muestras del holobionte.
2. Aislamiento de las algas por NaOH (Zamoum & Furla 2012).
3. Sembrado algas a un medio de cultivo pobre en nitrógeno.
4. Separación de P de F1 por el filtro Isopore™ Polycarbonate Membrane Filter con poros de 8 μm .
5. Fertilización in vitro y posterior evaluación del transcriptoma y/o proteoma según corresponda.

Segunda línea experimental: Selección natural

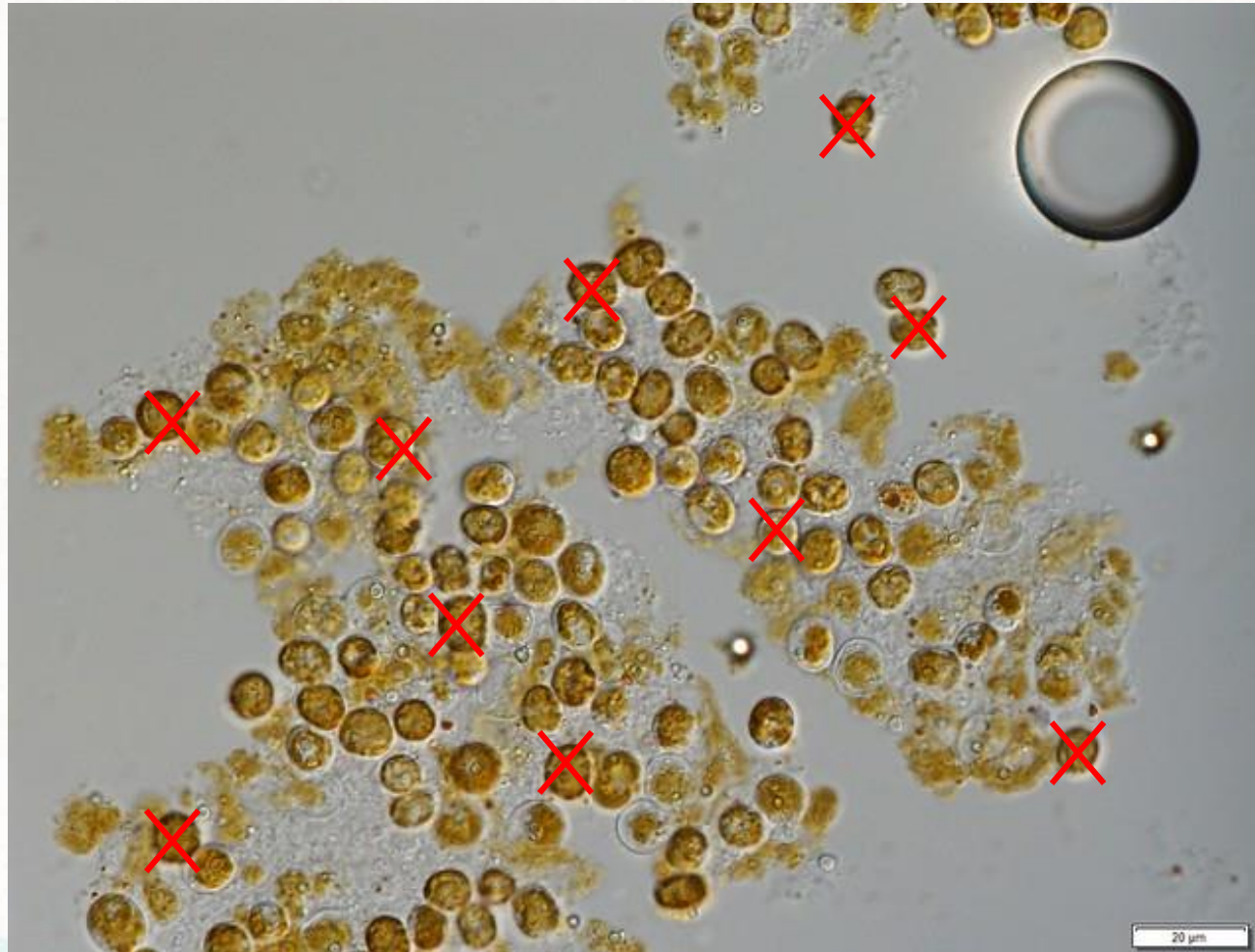


Segunda línea experimental: Selección natural



Resultados esperados

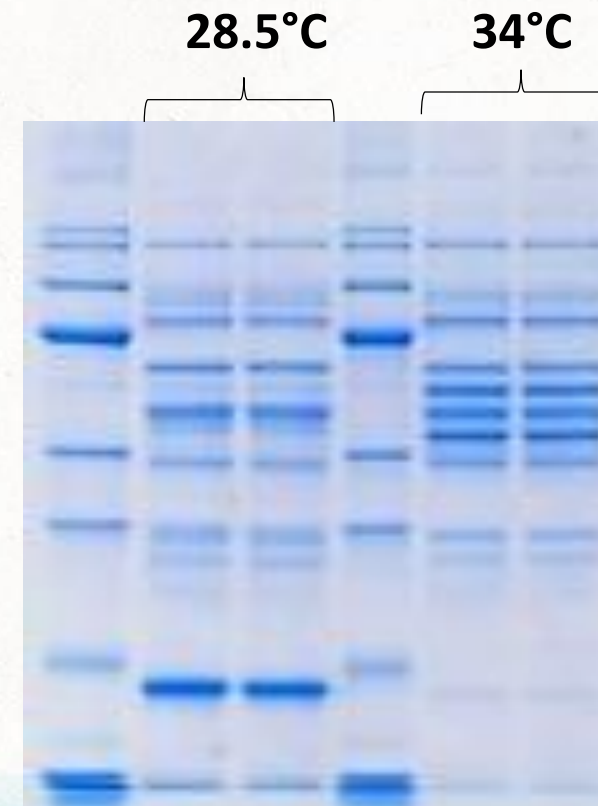
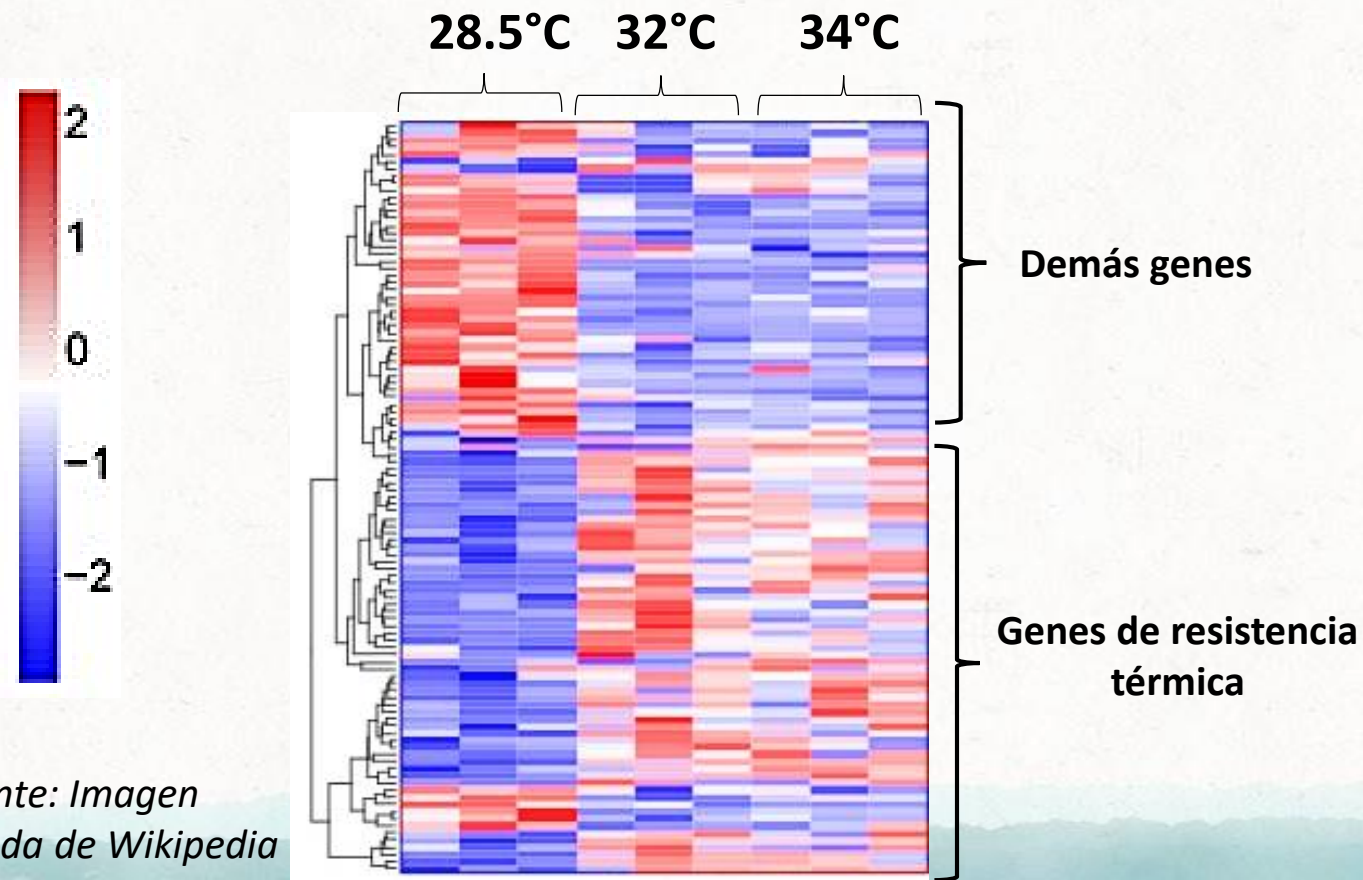
1) Heterogeneidad en la respuesta de los simbiosntes al aumento de la temperatura.



Fuente: Liti Haramaty

Resultados esperados – Primera línea experimental

2) Resistencia térmica = plasticidad fenotípica → ver cambios en el transcriptoma y en el proteoma. Estos cambios podrían ser heredables.

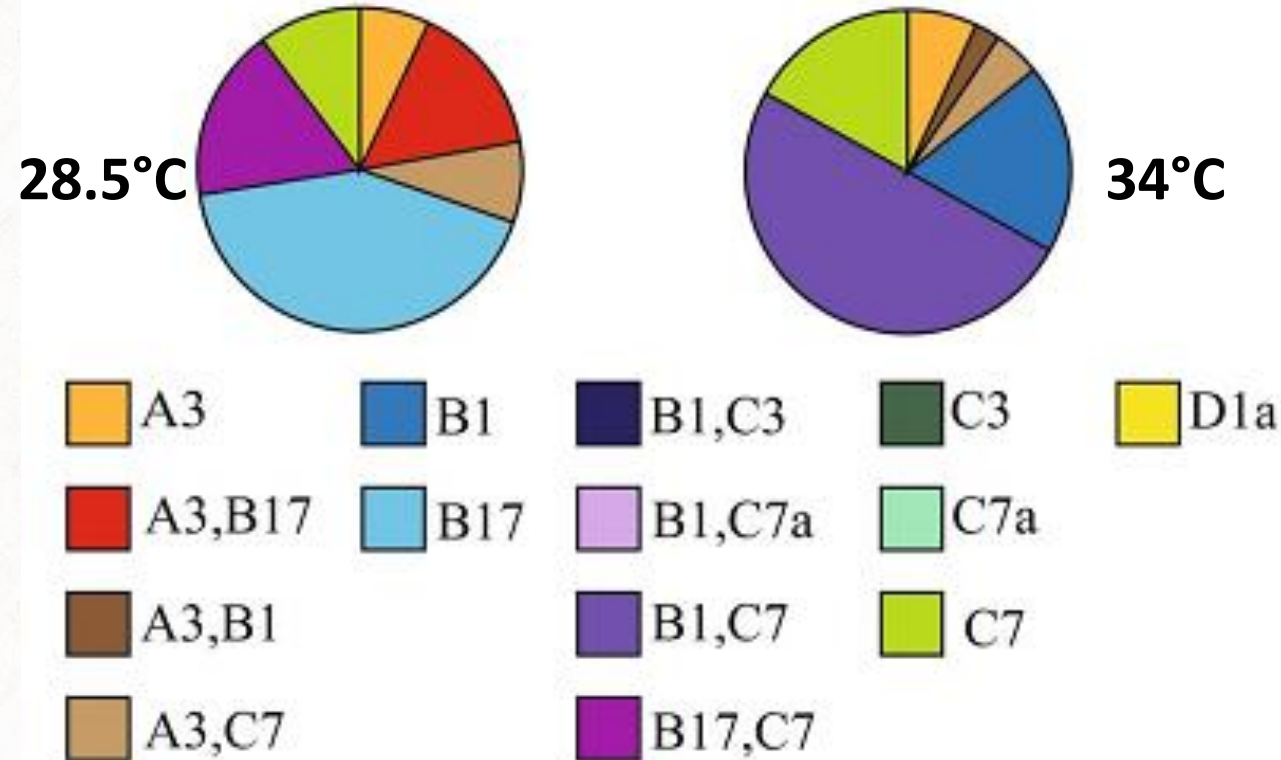


Fuente: Imagen modificada de Wikipedia

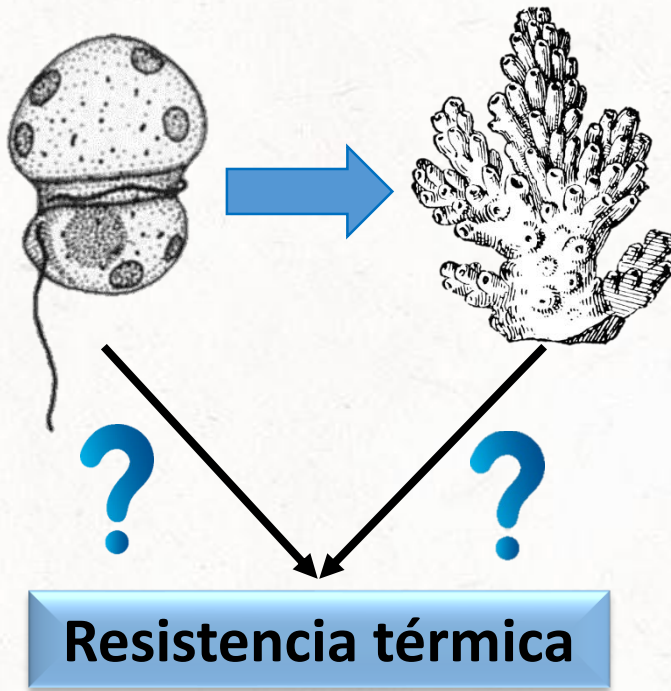
Fuente: KOMABIOTECH

Resultados esperados – Segunda línea experimental

3) Resistencia térmica = selección natural → mayor biomasa de simbiontes con genotipos que confieren **resistencia térmica**. El cambio en la frecuencia de genotipos es heredable.



Importancia del proyecto y perspectivas futuras



Si se identifican algas resistentes al calor, podrían cultivarse *in vitro* y luego llevarse al océano para que colonicen a corales susceptibles al calor.

Importancia del proyecto y perspectivas futuras



Dado que **se desconoce el potencial adaptativo** de los holobiontes frente al cambio climático y debido a su **importancia biológica, ecológica, económica y cultural**, es necesario estudiar su evolución frente a los aumentos de temperatura proyectados puede obtener información esencial para su **conservación**.

Bibliografía

- <https://floridakeys.noaa.gov/permits/welcome.html?s=management>
- <http://tolweb.org/Symbiodinium/126705>
- IPCC (2013). Observations: Ocean. In: Climate Change
- IPCC (2018). Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems.
- Alexandre, C., Tabaio, B. (2012) New insights into the Symbiodinium life cycle and strain interactions
- Dzedzic et al. (2019). Heritable variation in bleaching responses and its functional genomic basis in reef-building corals (*Orbicella faveolata*).
- Fournier, A. (2013). The story of simbiosis with zooxanthellae, or how they enable their host to thrive in a nutrient poor environment.
- Levitan, Don R. (2014). Long-term reduced spawning in *Orbicella* coral species due to temperature stress
- Manzello et al. (2018) Role of host genetics and heat tolerant algal symbionts in sustaining populations of the endangered coral *Orbicella faveolata* in the Florida Keys with ocean warming.
- van Oppen M.J.H., Baker A.C., Coffroth M.A., Willis B.L. (2009) Bleaching Resistance and the Role of Algal Endosymbionts.
- Warner, Mark E. et al. (1999). Damage to photosystem II in symbiotic dinoflagellates: a determinant of coral bleaching.
- Zamoun & Furla (2012) *Symbiodinium* isolation by NaOH treatment.