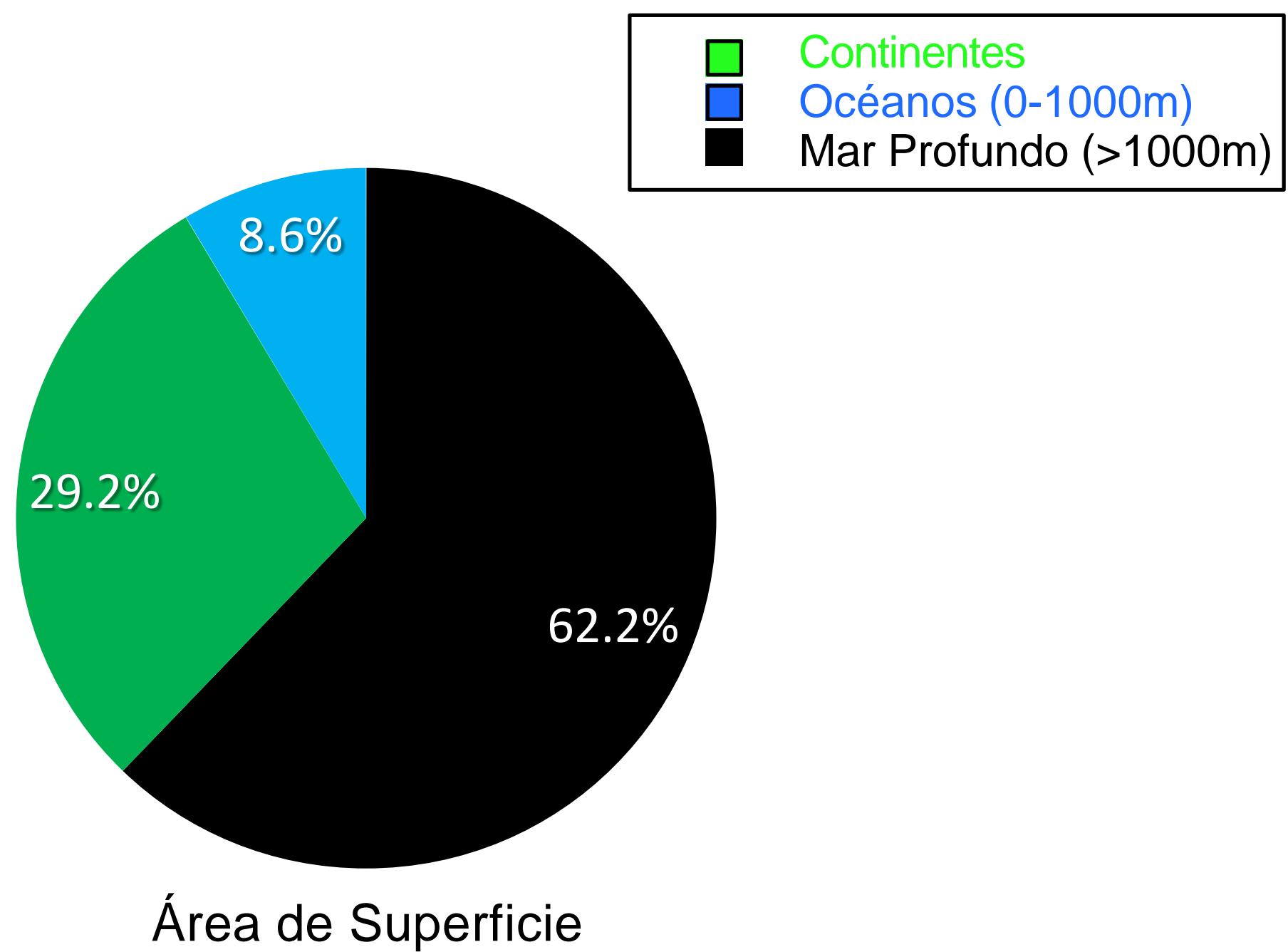
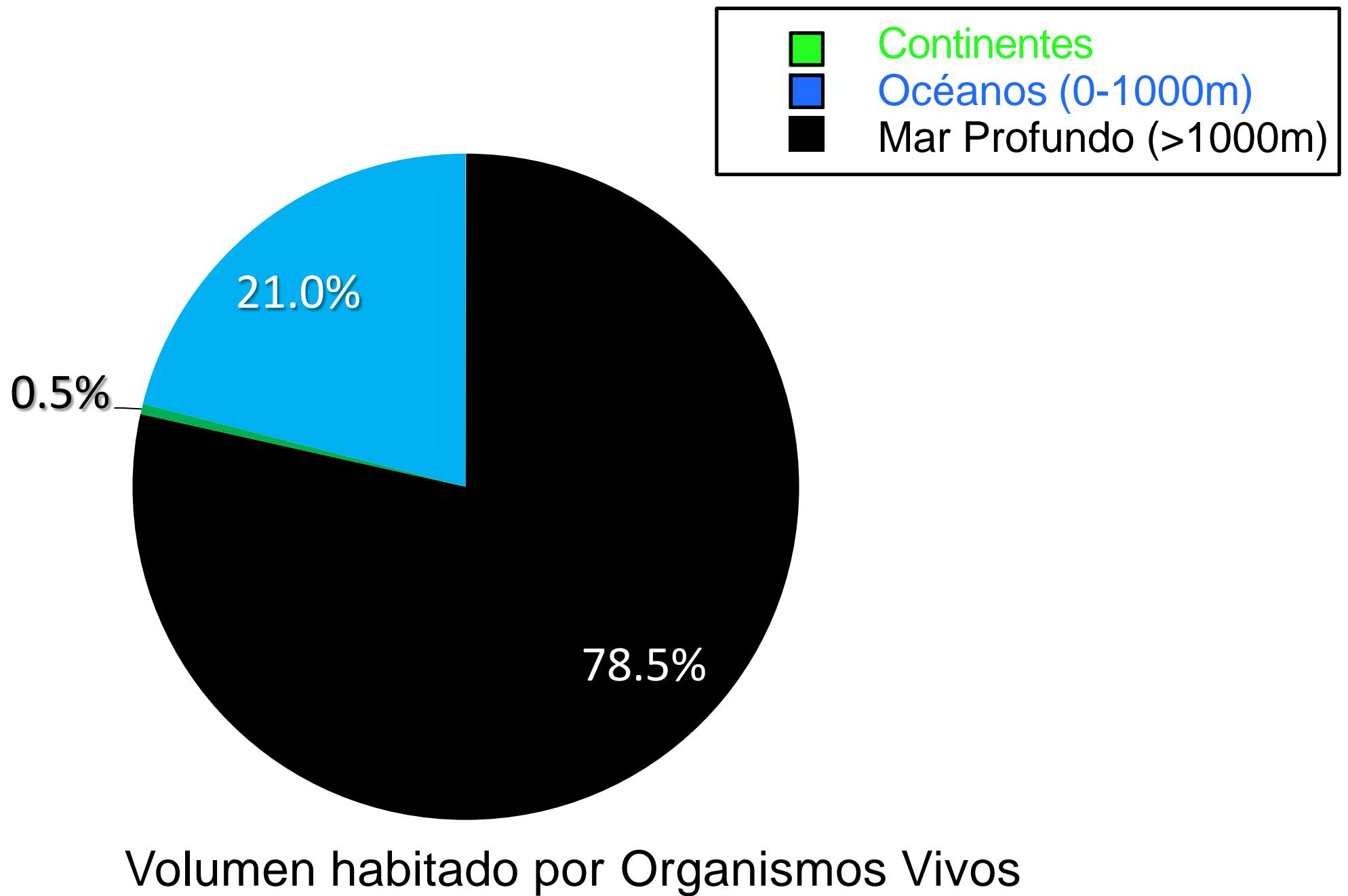


Clase 9







- Geología y Geoquímica de chimeneas
- *Riftia* Anatomía y Fisiología
- Simbiosis en moluscos
- Conclusión



Ecología y función de las simbiosis en chimeneas hidrotermales

“The future is uncertain and the end is always near.”

(Jim Morrison, Roadhouse Blues)



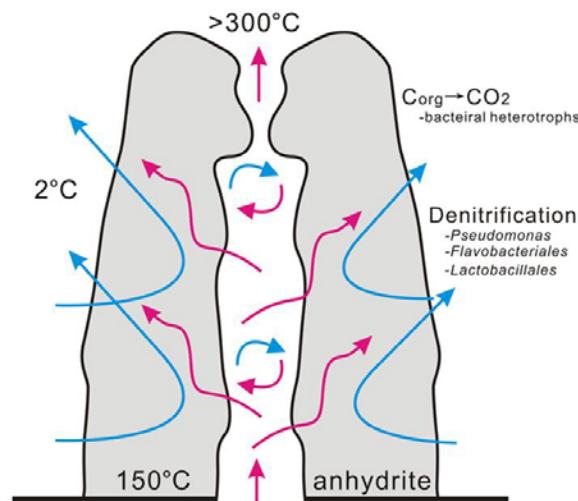
Oct 1994



Nov 1995

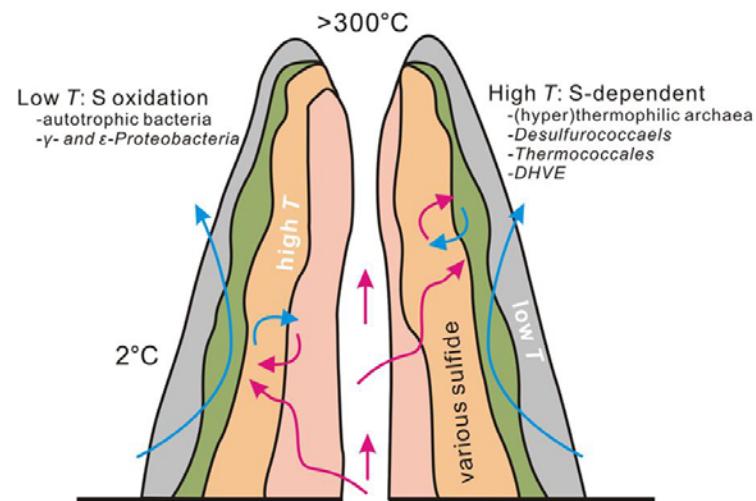
Ciclo de vida de una chimenea

A Early stage: young sulfate chimney



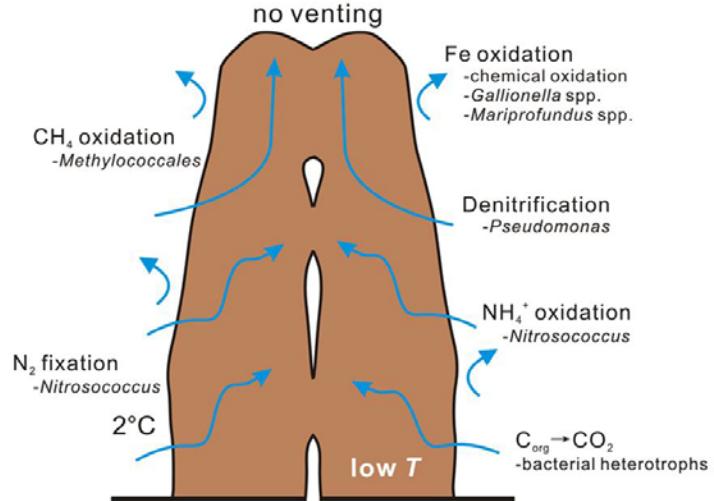
-intensive mixing between SW and HF;
-relatively homologous anhydrite chimney walls;
-archaeal populations are not detectable;
-heterotrophic bacterial communities dominant.

B Mature stage: active sulfide chimney



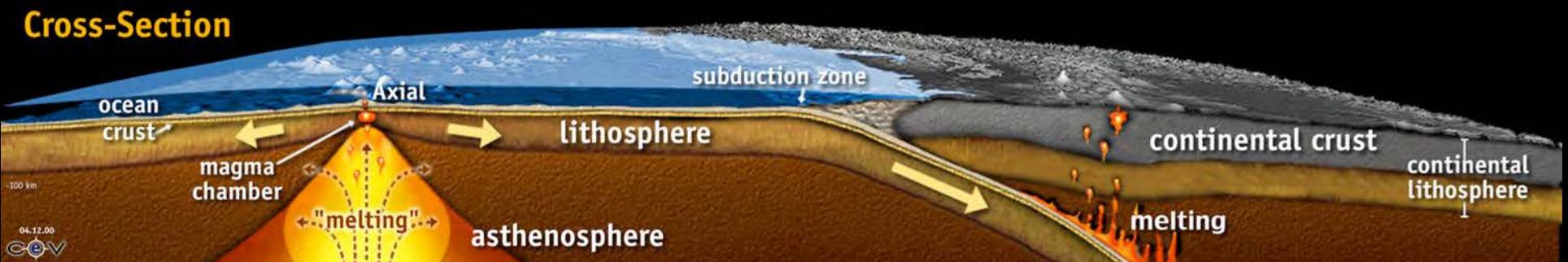
-zonation of different sulfide mineral assemblages;
-intensive and stable thermal-chemical gradients within chimney;
-high abundance of biomass;
-microbial zonation with diverse metabolisms within chimney walls.

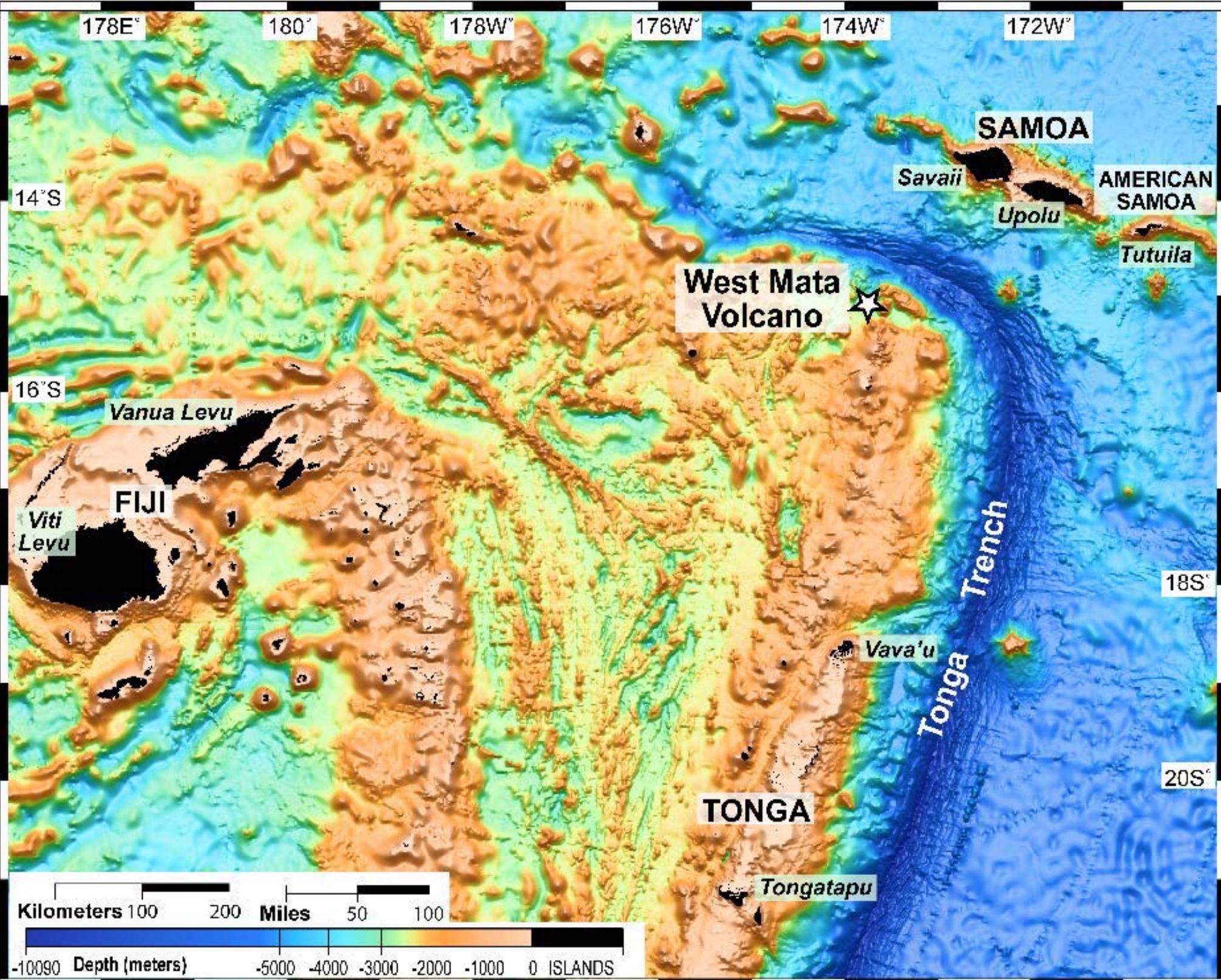
C Inactive stage: weathering sulfide chimney



-hydrothermal flow wanes and conduits are blocked;
-thermal and chemical gradients disappear within chimney;
-seawater infiltration and oxidative weathering prevailing;
-heterotrophic bacterial communities predominate.

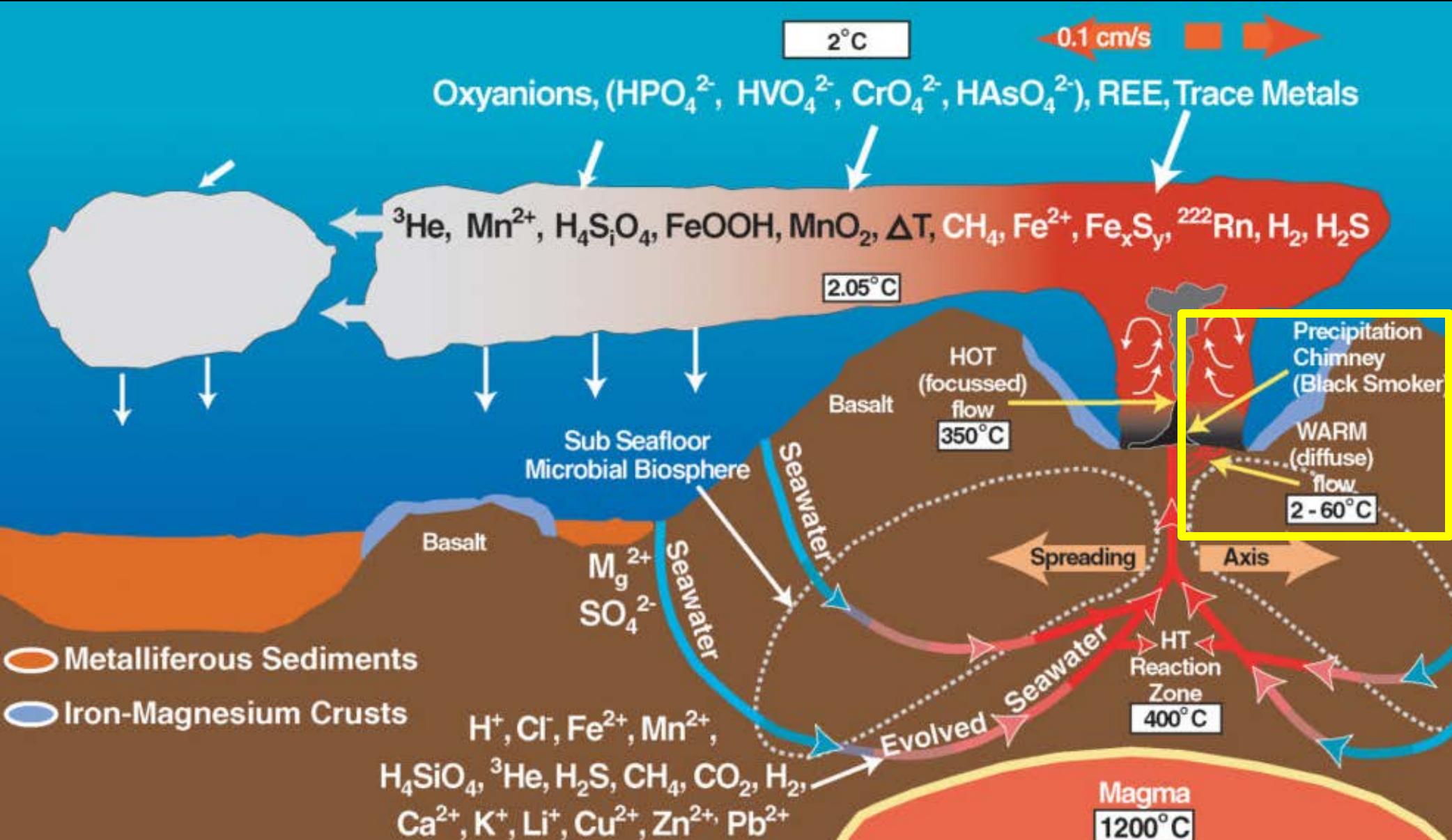
Geología de chimeneas hidrotermales







Chimenea hidrotermal



Áreas de temperaturas bajas o de flujo difuso



Química del agua de chimeneas hidrotermales

Temperatura

Agua de la chimenea = 450°C (animales viven en T hasta de 50°C)

Ambiente = 2.5°C

O₂

Agua de la chimenea es anóxica por procesos químicos,
Ambiente = 110 µM

Metales

Relativamente altos - µmolares – concentraciones tóxicas , Fe++, Mn++, Cu, Pb, Zn

HS – Sulfuros

hasta algunos mM, animales pueden sobrevivir hasta 300 µM, pero toxicos desde los 0.5 µM

Química del agua de chimeneas hidrotermales

CH₄ – Metano

Concentraciones bajas, a menos que venga a través de los sedimentos y/o tenga muchos hidrocarburos

CO₂

2.1 a 6 mM alrededor de los organismos vivos

Nitratos

0 in chimenea, 40µM en aguas de los alrededores

H₂

Bajos µM – en sitios con rocas basálticas, 150 µM en sitios con rocas ultrabásicas (altas en Fe, Mg, loSi)

pH

Hasta 6 alrededor de organismos vivos

Química del agua de chimeneas hidrotermales

Un ambiente “Contaminado” naturalmente

Chimeneas hidrotermales son diferentes del resto del fondo marino

Aéreas relativamente pequeñas

Muy productivas con muchísima biomasa

Biomasa de chimenea 100,000 X que el resto del fondo marino – 100kg/m²

Baja Diversidad – fauna endémica

Inestables, hábitats de vida corta – algunos años

Quimiosíntesis – NO Fotosíntesis, sulfuros + O₂

Muy Tóxicos - sulfuros, metales pesados

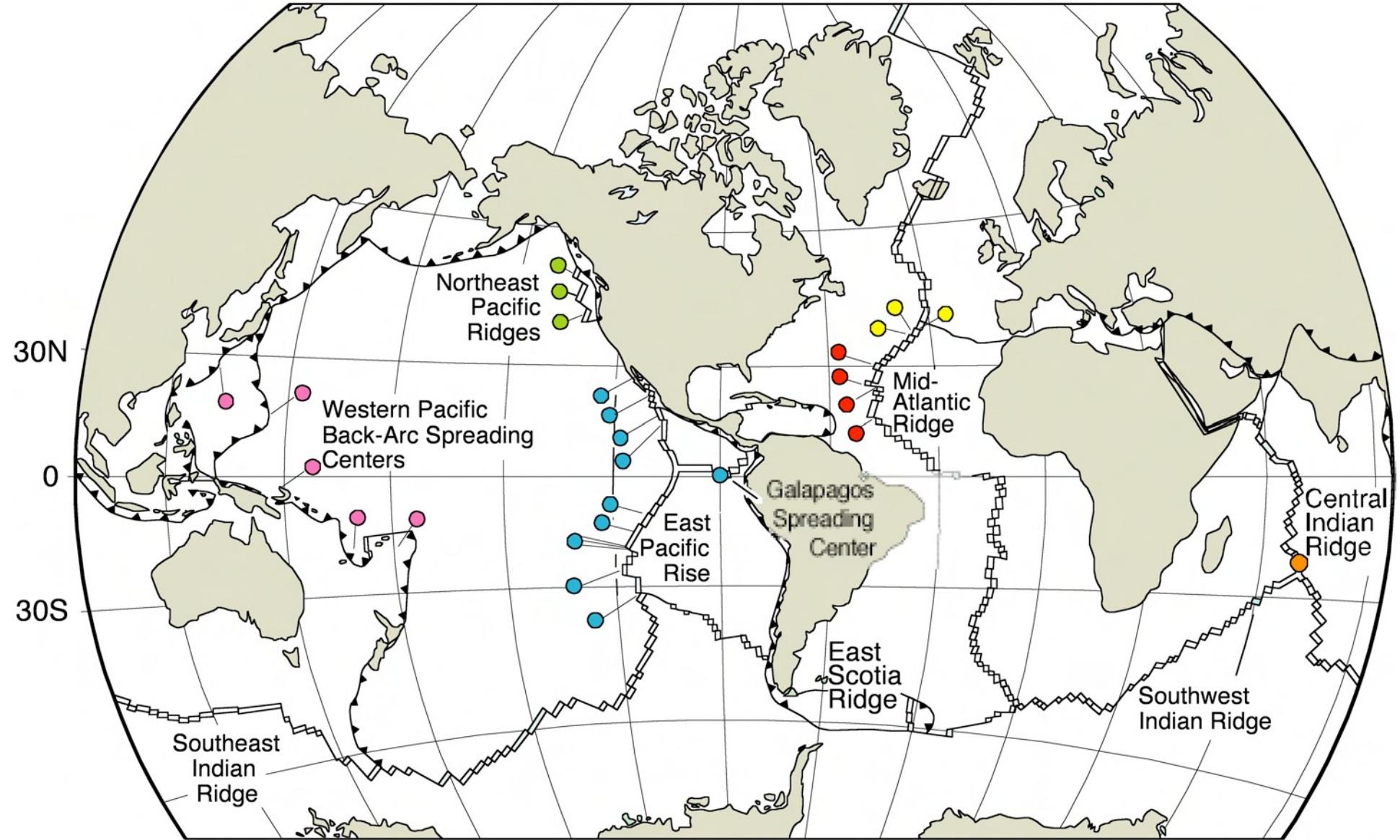


Fig.1. Mapa de chimeneas hidrotermales conocidas en las diferentes provincias biogeográficas y las principales dorsales medio-oceánicas.
VanDover, et al. Science, 2002, 15; 295: 1253-1257.

Fauna de la Dorsal del Pacífico Oriental (DPO):

Especies Sésiles:

Riftia pachyptila, Tevnia, Oasisia

Bivalvos- vesicomidos - *Calyptogena*

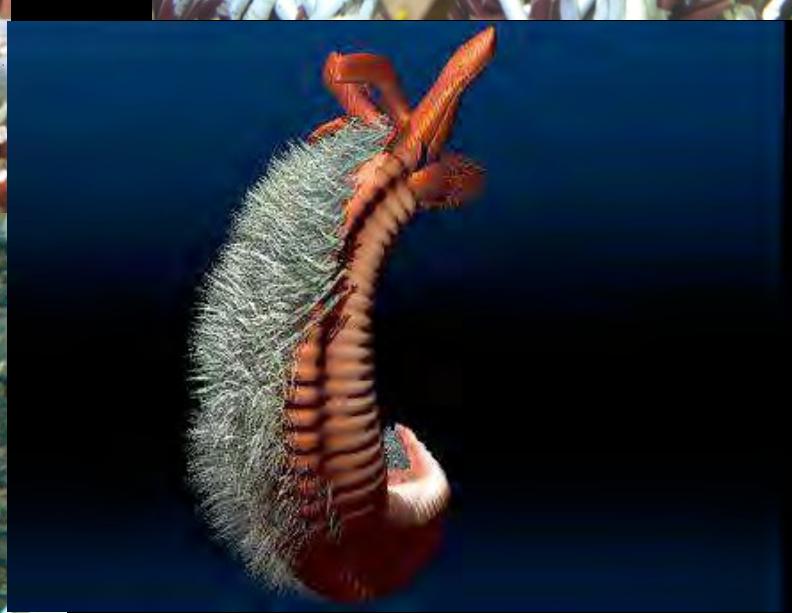
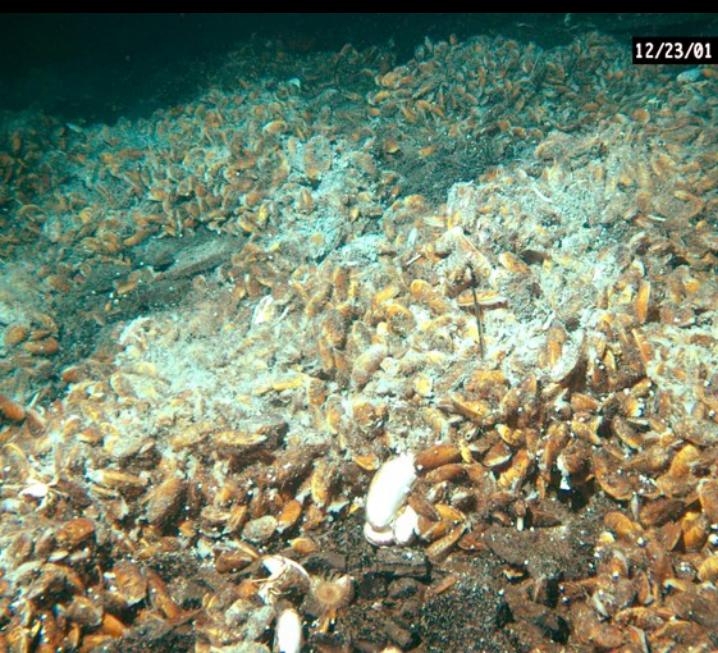
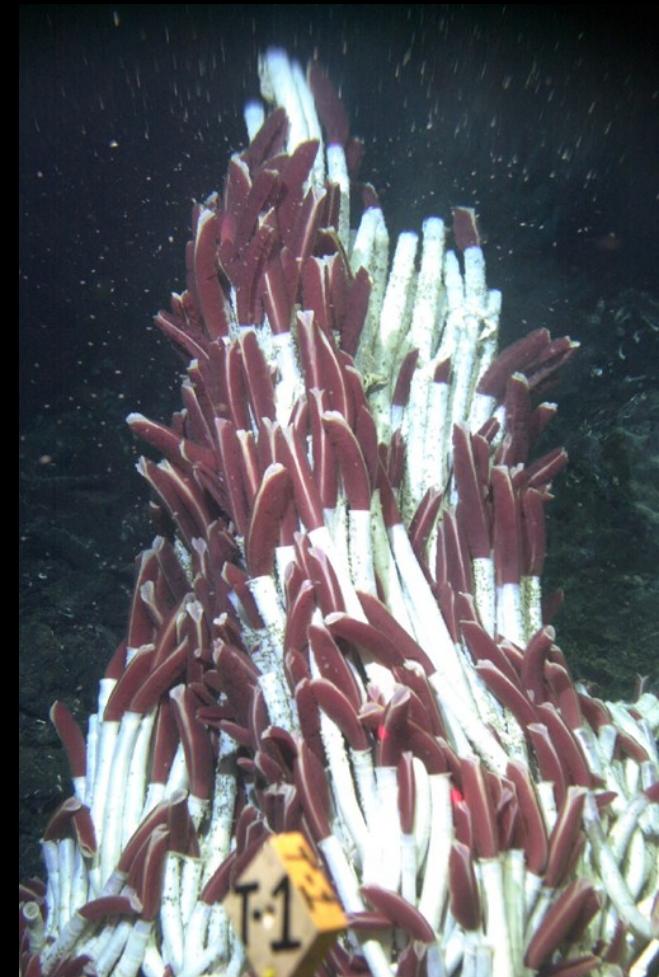
magnifica

mejillones - *Bathymodiolus*
thermophilus

Anemonas,

Lapas,

Alvinellidos - *Alvinella*



Especies móbiles:

Pez rosa Bythitid - *Bythites hollisi*

Pez *Thermarces*

Pez *Careproctus*

Cangrejos - *Bythograea thermydron*,
Cyanagraea

Pulpos

Cangrejos Bresiliidos - *Alvinocaris*

Poliquetos - *Paralvinella*

Anfípodos



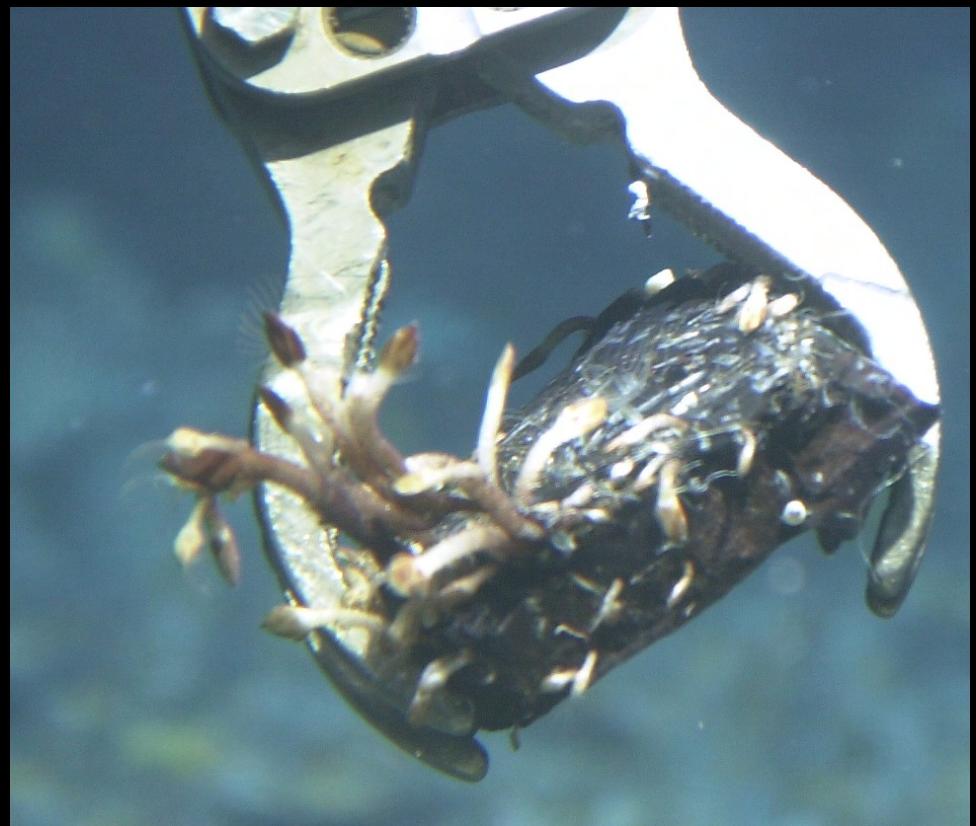
Otras especies :

Poliquetos Serpúlidos

Cangrejos Galateidos

Sifonóforos

Balanos percebes

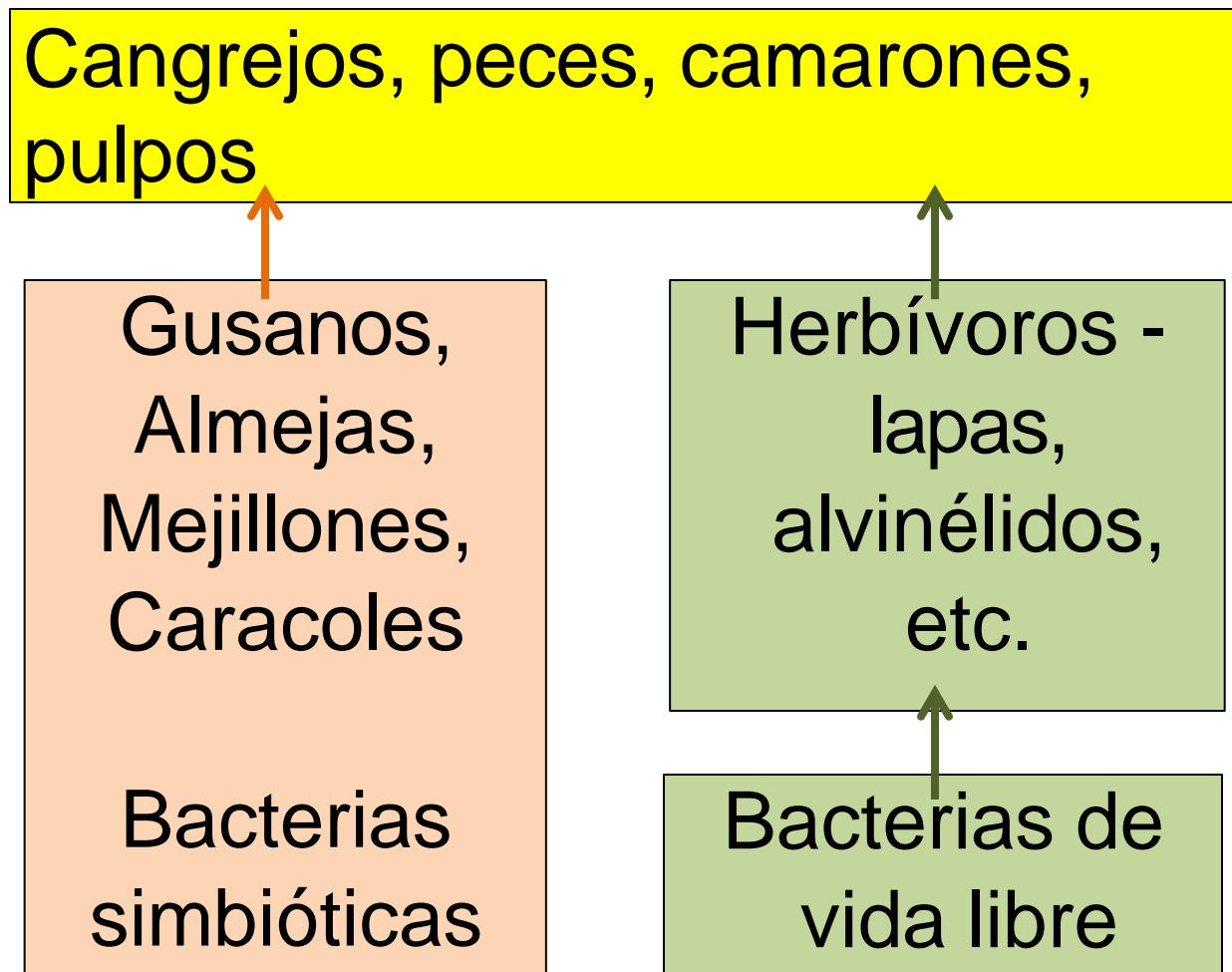


Estructura trófica de la comunidad de la Dorsal del Pacífico Oriental

Consumidores secundarios

Consumidores primarios

Productores primarios
(quimioautótrofos)



Origen y Evolución de Chimeneas

Origen de Chimeneas Hidrotermales:

Eventos y procesos Geológicos

Comunidad de chimeneas:

Distribución y abundancia a través del tiempo es el resultado de propiedades biológicas y geoquímicas de la región

Especies disponibles

Interacción de especies con la química y temperatura del agua

Interacciones entre especies

Facilitación

Inhibición

Competencia

Evolución de propiedades geoquímicas

Extinción de una chimenea:

Eventos y procesos Geológicos



1991

9°50' DPO

5 m de
chimenea “Bio 9”



Oct 1994



Nov 1995

Sucesión de especies en DPO:

1. Nieve bacteriana
2. *Tevnia* domina después de un año
3. *Riftia* domina ~ 2 años y crea parches bien desarrollados
4. Mejillones dominan entre 10-15 años? nunca llegan en chimeneas de vida corta

Razones propuestas de la sucesión de *Riftia* a mejillones:

1. Competencia entre mejillones y *Riftia* por espacio y flujo de agua
2. Mejillones consumen *Riftia* larva
3. Cambios en química del agua favorece a mejillones porque mejillones pueden filtrar y vivir en flujos más lentos

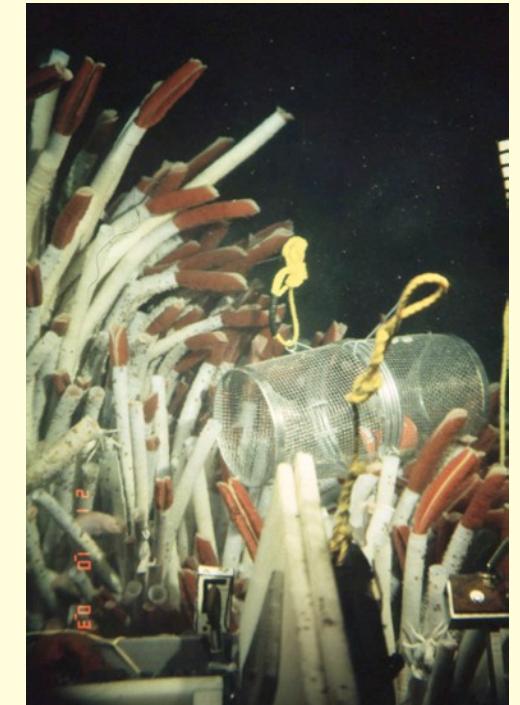
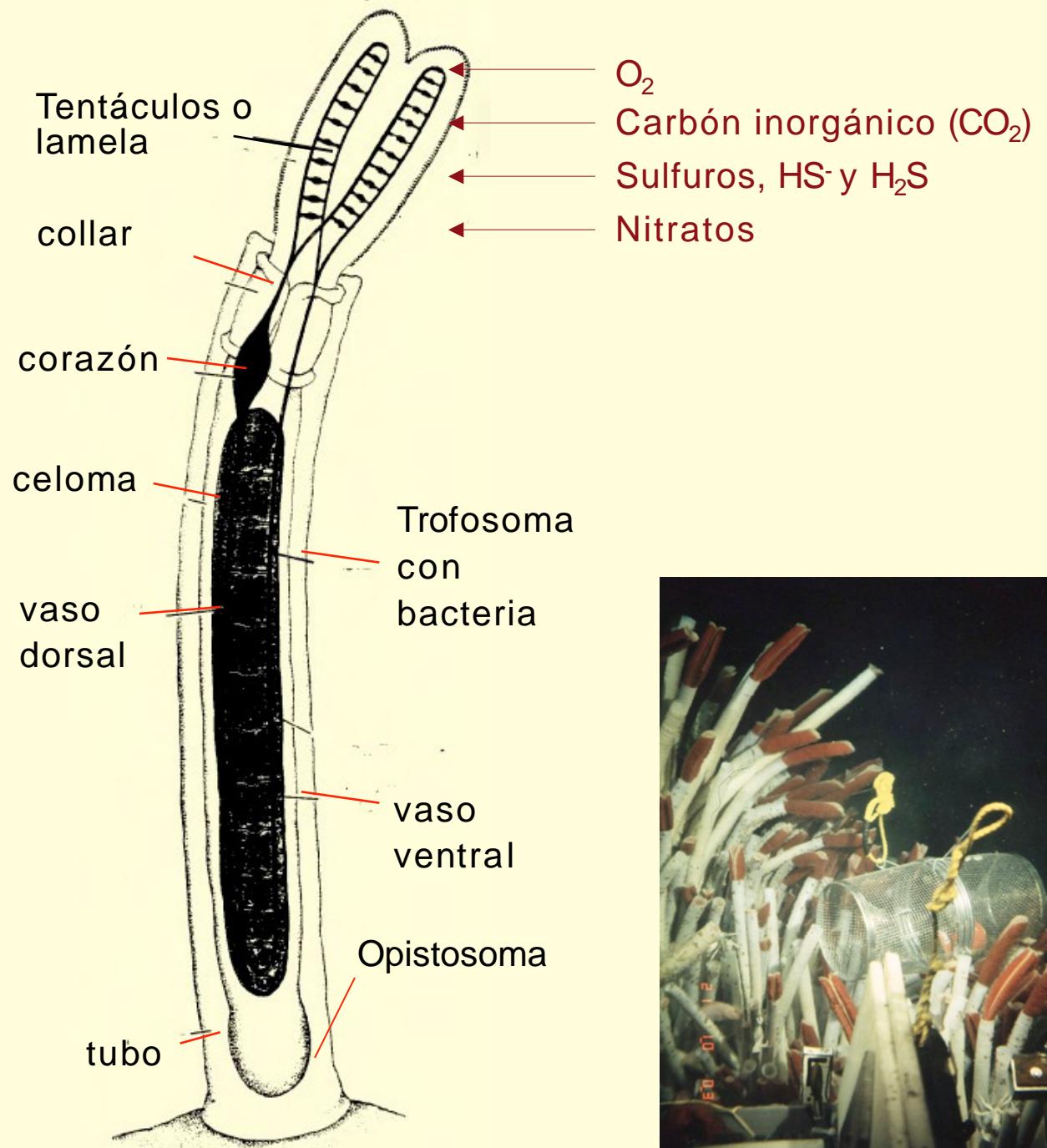
Riftia pachyptila

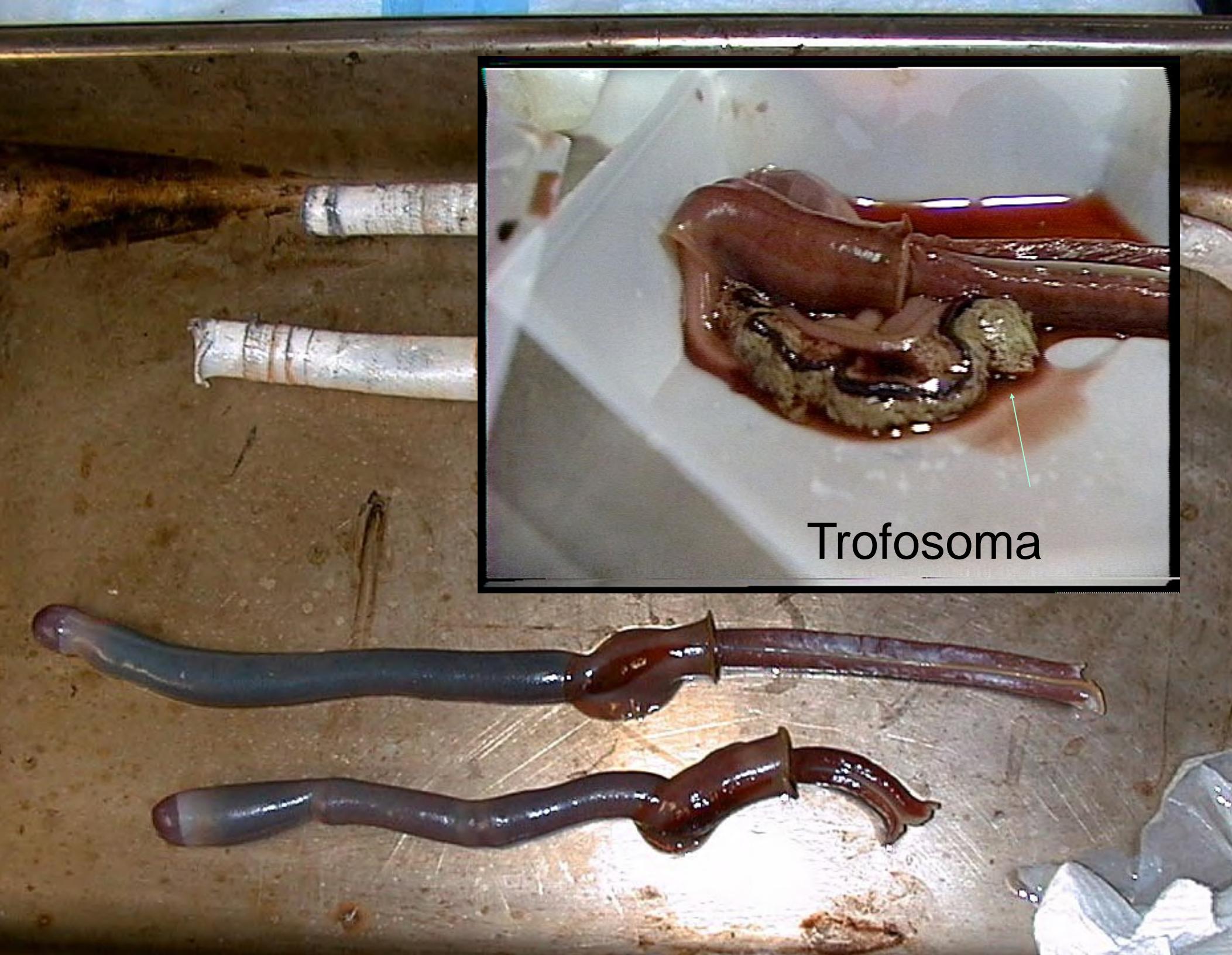
Alrededor de las chimeneas

Temp	2-25° C
O ₂	0-100 μM
ΣH ₂ S	0-300 μM
ΣCO ₂	2-7 mM
pH	~6
NO ₃ ⁻	0-40 μM

Aguas profundas

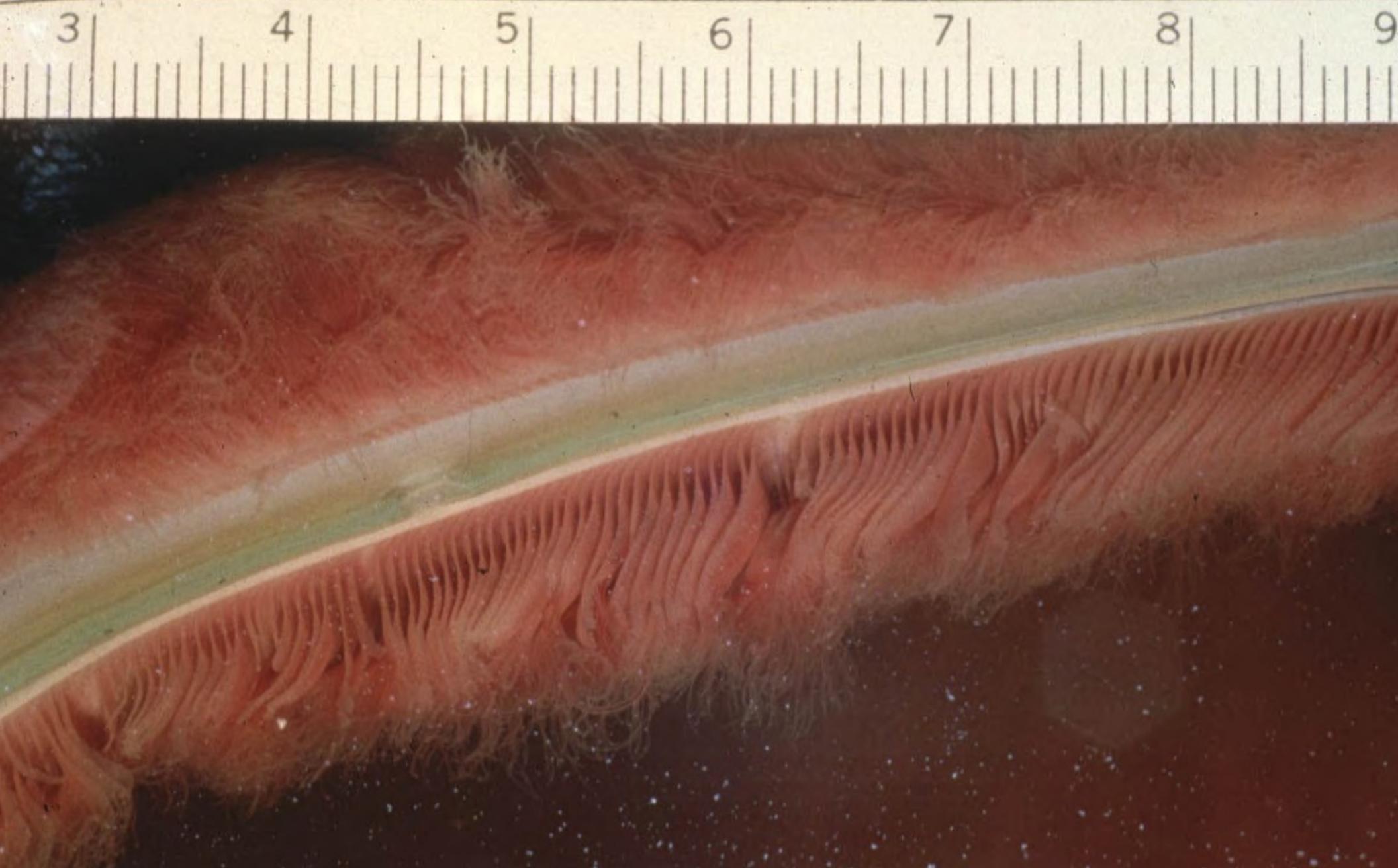
Temp	2° C
O ₂	110 μM
ΣH ₂ S	0 μM
ΣCO ₂	2 mM
pH	~8
NO ₃ ⁻	40 μM

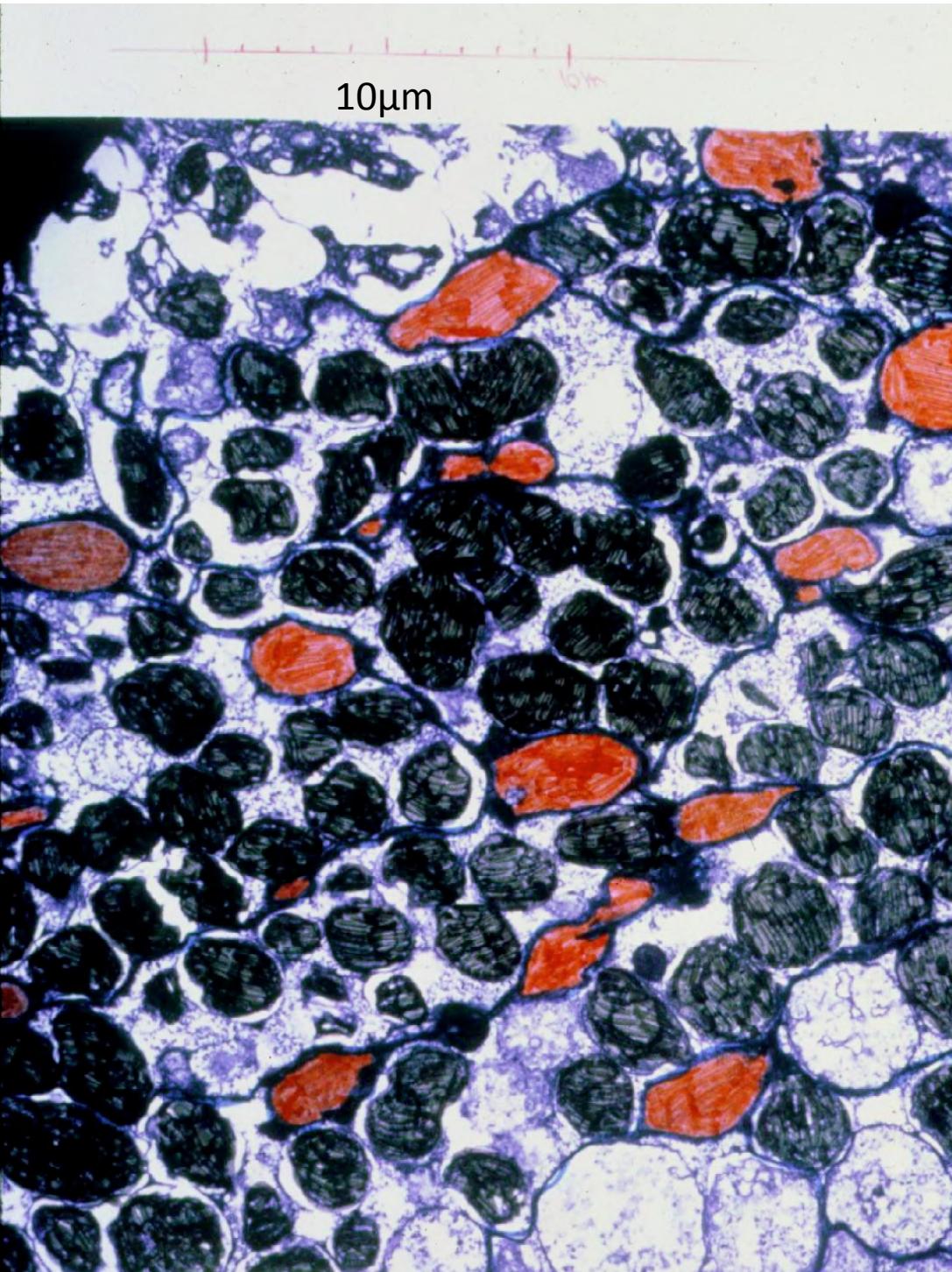




Trofosoma

MONTVALE, N.J. 07





10 μ m

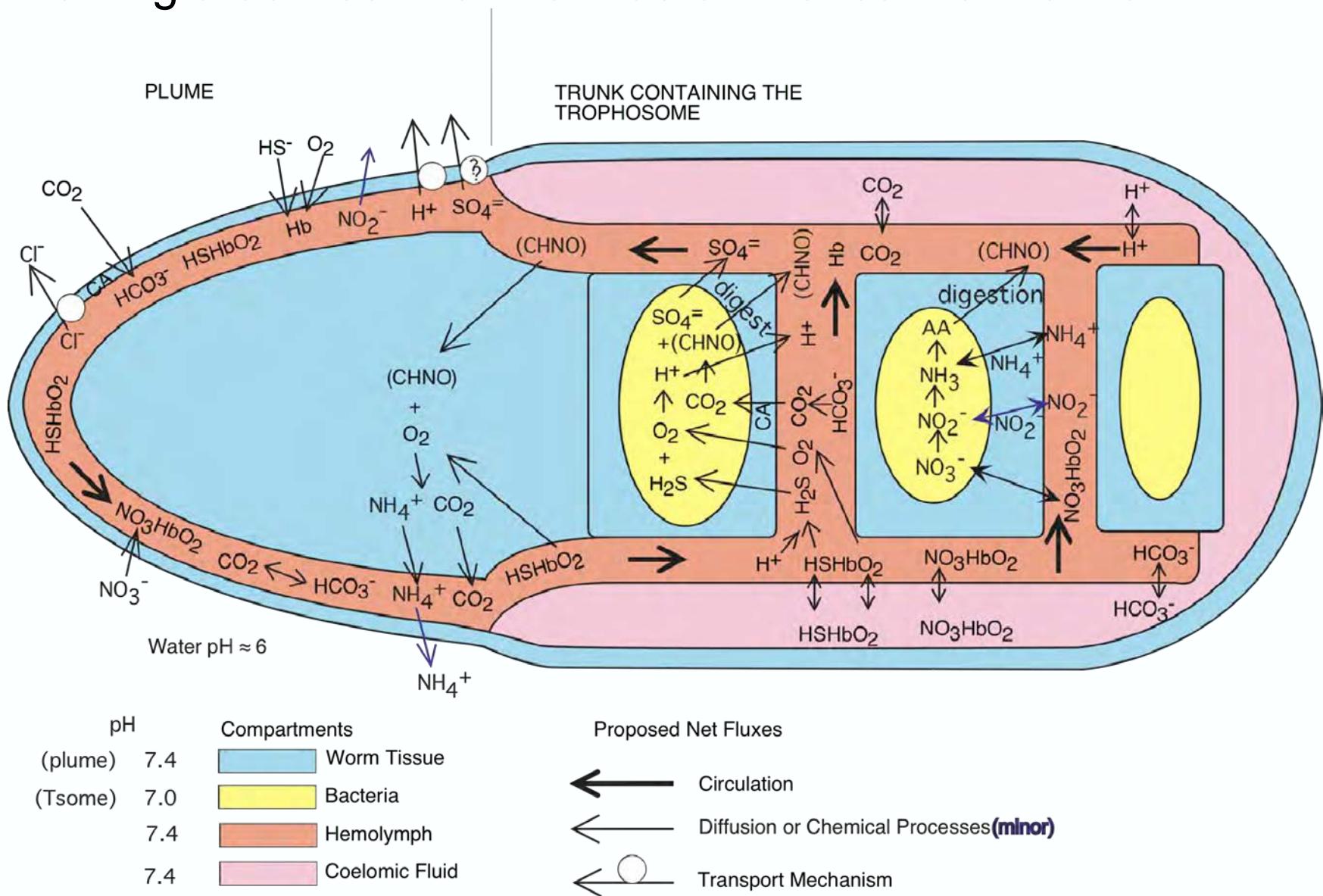
Trofosoma

Colores para ver
diferencias

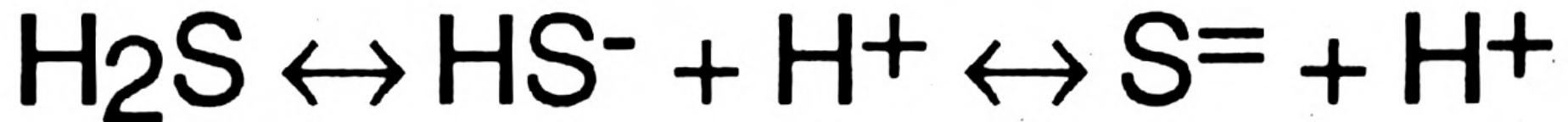
Rojo – vasos vasculares

Negro - bacteria

Fisiología de Vestimentifero de chimenea hidrotermal

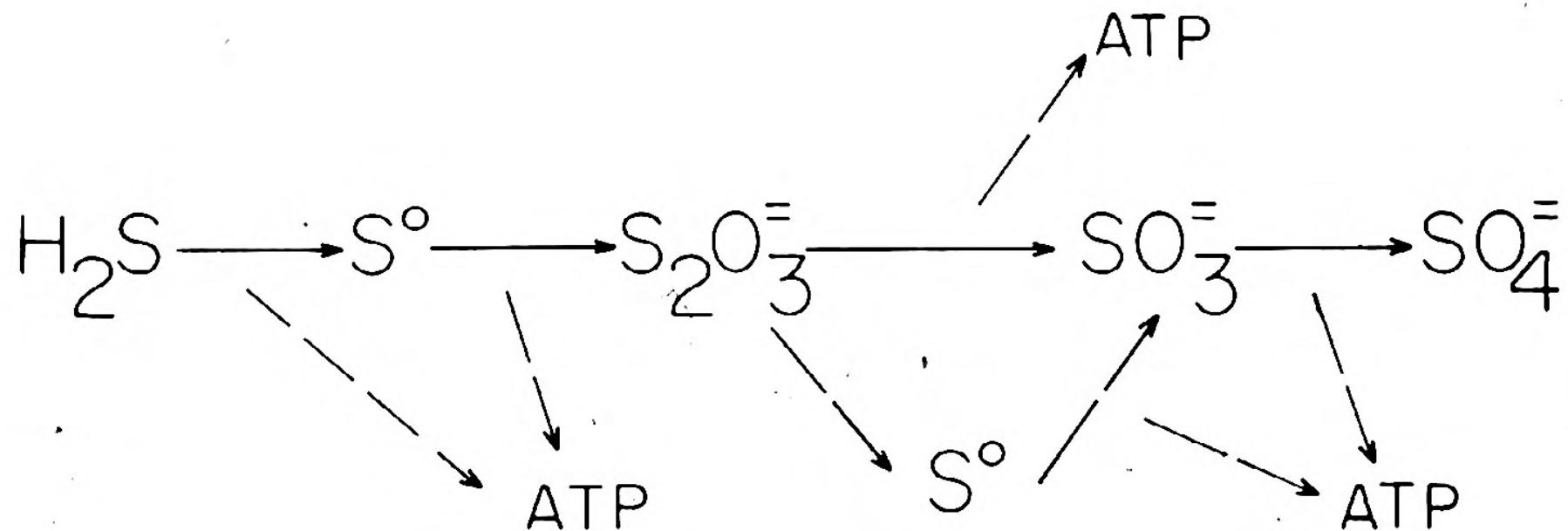


(Childress and Girguis 2011)



Disociación en agua

Ácido Sulfídrico, Disociación, Oxidación en Sulfatos

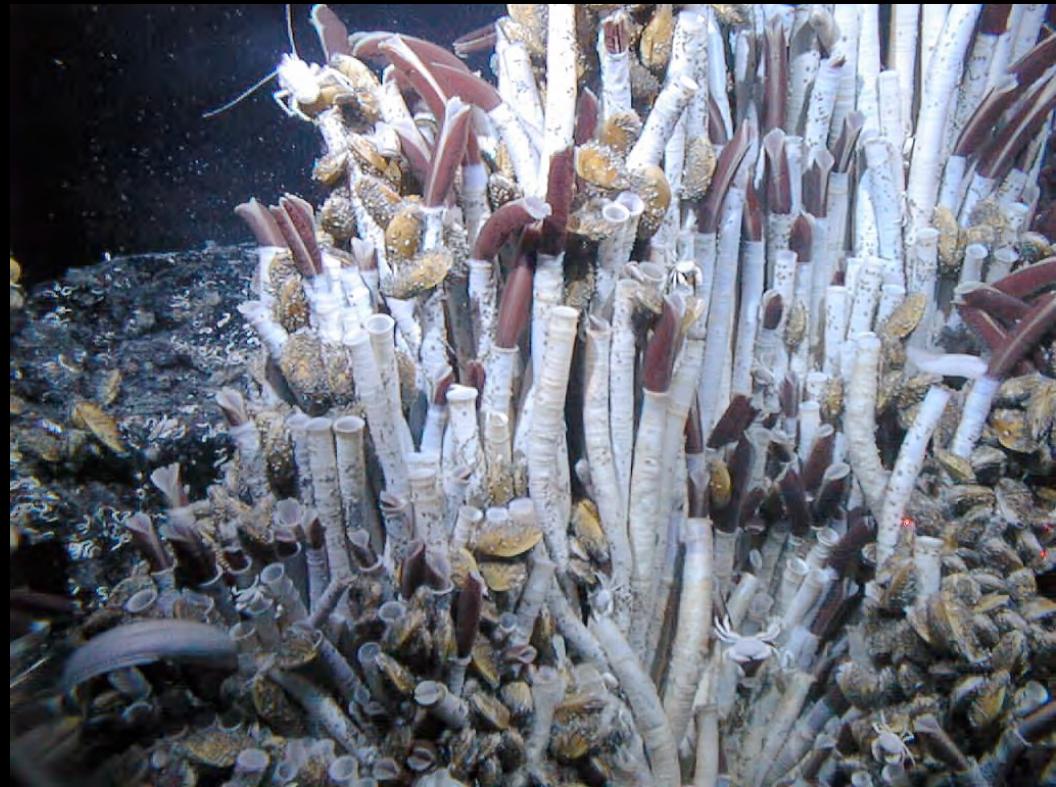


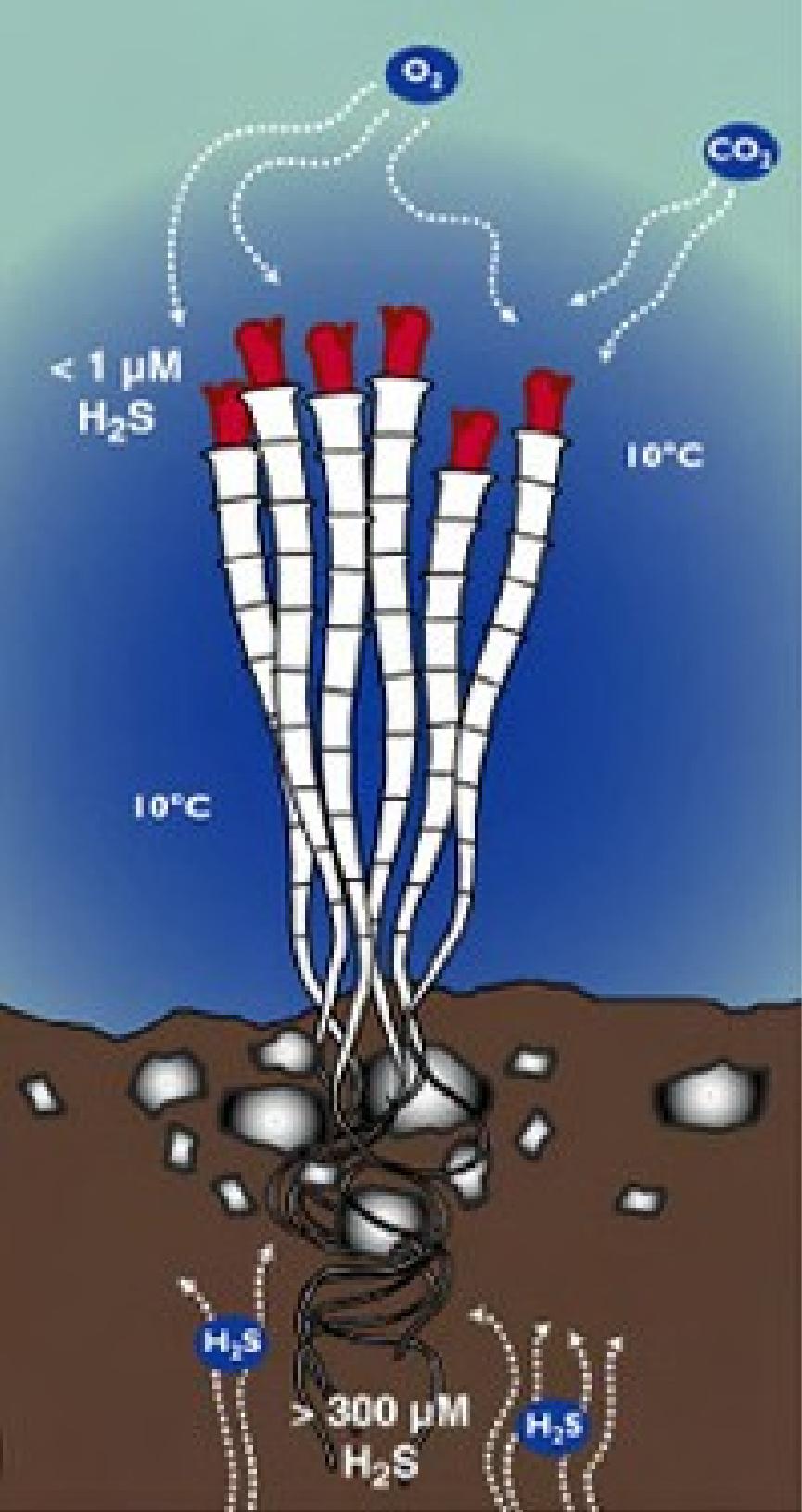
Producto finales Sulfatos y H⁺ y liberación de energía en forma de ATP

Riftia una especie que provee hábitat para las comunidades de chimeneas

Era la única especies conocida de vestimentiferos en el Pacífico Oriental.

Otras 2 especies de Vestimentiferos fueron recientemente encontradas con una cámara, pero son especies muchas más pequeñas





Lamellibrachia luymesii
Chimeneas pequeñas, tasas
metabólicas bajas, H_2S por las
“raíces”

Tasa de crecimiento bajas- 250
años?



¿Por qué no hay Cnidarios con simbiontes Quimioautótrofos?





Hay muchos Cnidarios que viven en chimeneas hidrotermales junto a especies con simbiontes quimioatóficos

Simbiontes quimioautótrofos tienen mucha demanda de O₂

Los cnidarios no poseen un sistema circulatorio que pueda transportar moléculas que transporten el O₂.

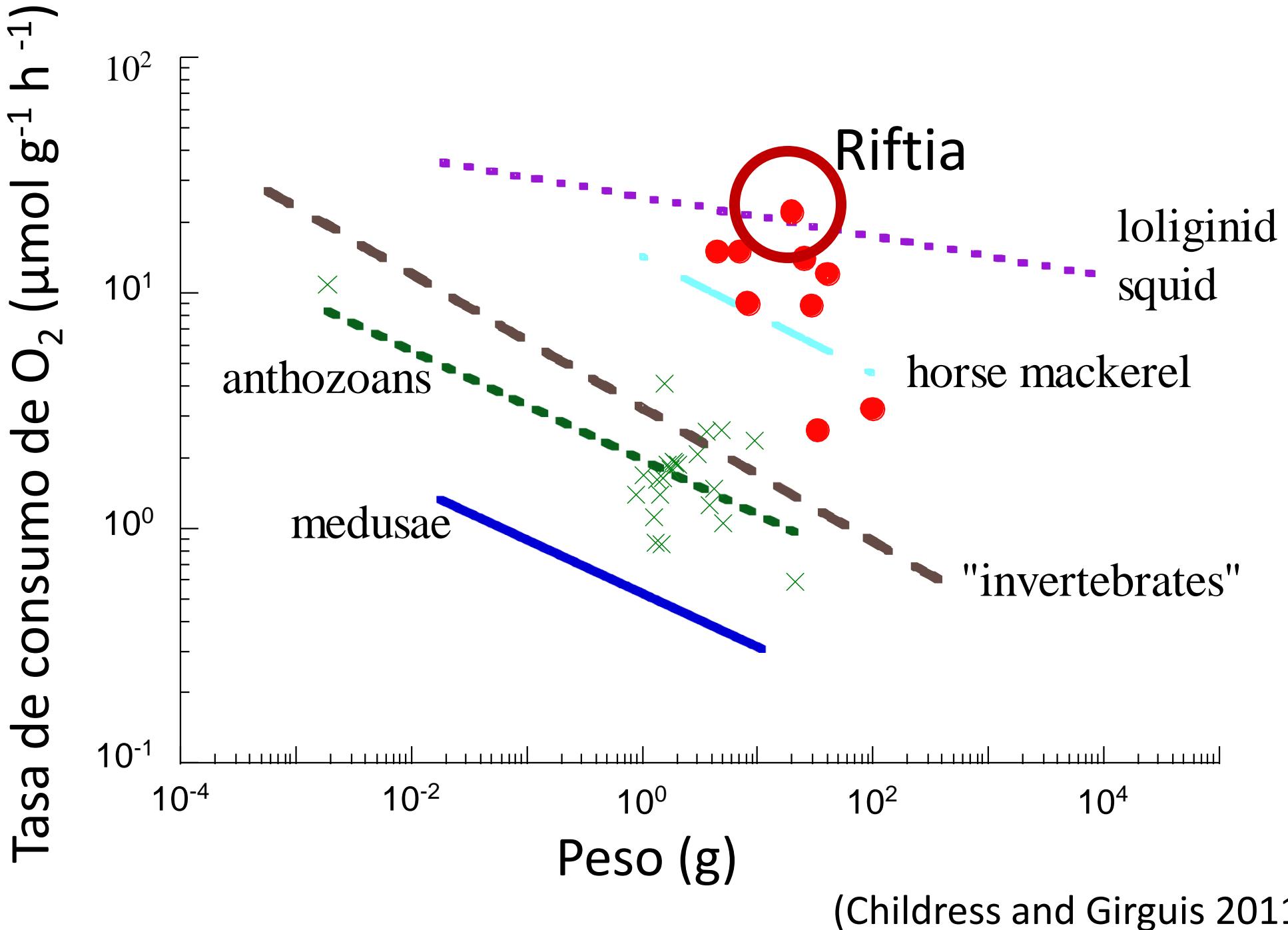
Los poliquetos Vestimentiferos, poseen hemolinfa con hemoglobina que es muy eficiente en transposrtar O₂

Simbiontes quimioautótrofos tienen mucha demanda de eliminación de H⁺

H⁺ un productos de la oxidación de los Sulfuros

Necesitan deshacerse del H⁺ para mantener un pH alcalino

Atunes en el mundo de los gusanos



Conclusiones

- Los gusanos poliquetos Vestimentiferos alcanzan grandes niveles de autotrofía gracias a sus bacterias simbiontes.
- Utilizan adaptaciones en órganos y tejidos para brindar un ambiente apto para los simbiontes que oxidan los sulfuros a temperaturas elevadas.

Simbiontes de Moluscos

Bivalvos

Vesicomyidae
Bathymodiolinae
Solemyidae
Lucinidae
Thyasiridae

Gastropodos

Provannidae
Otras especies pequeñas

Calyptogena magnifica



Bathymodiolus childressi



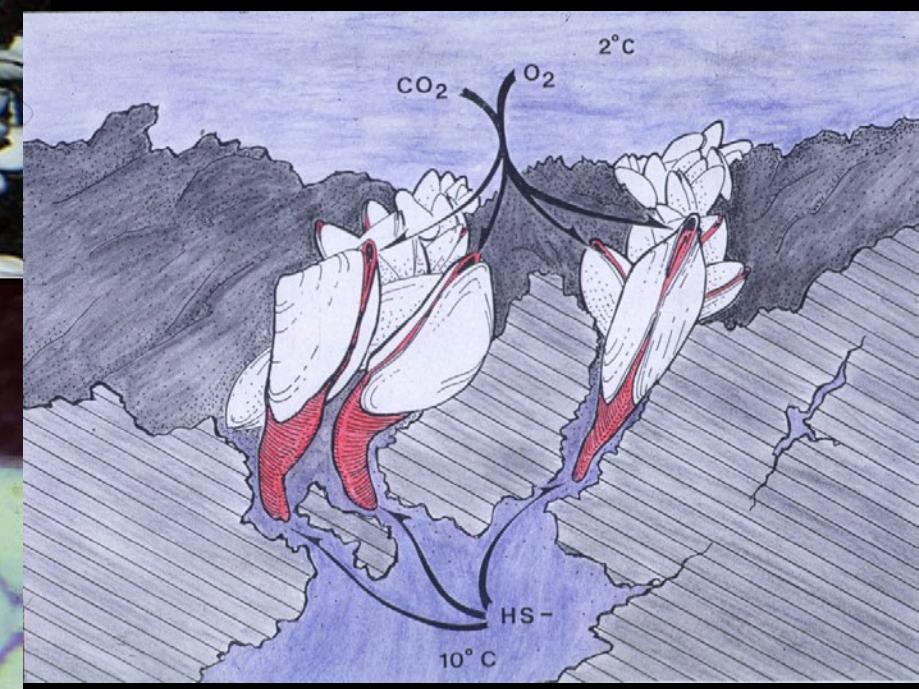
Lucinoma aequizonata



Solemyid

Todas las especies tienen **simbiontes en las agallas**. Evolucionaron independientemente en muchas ocasiones.

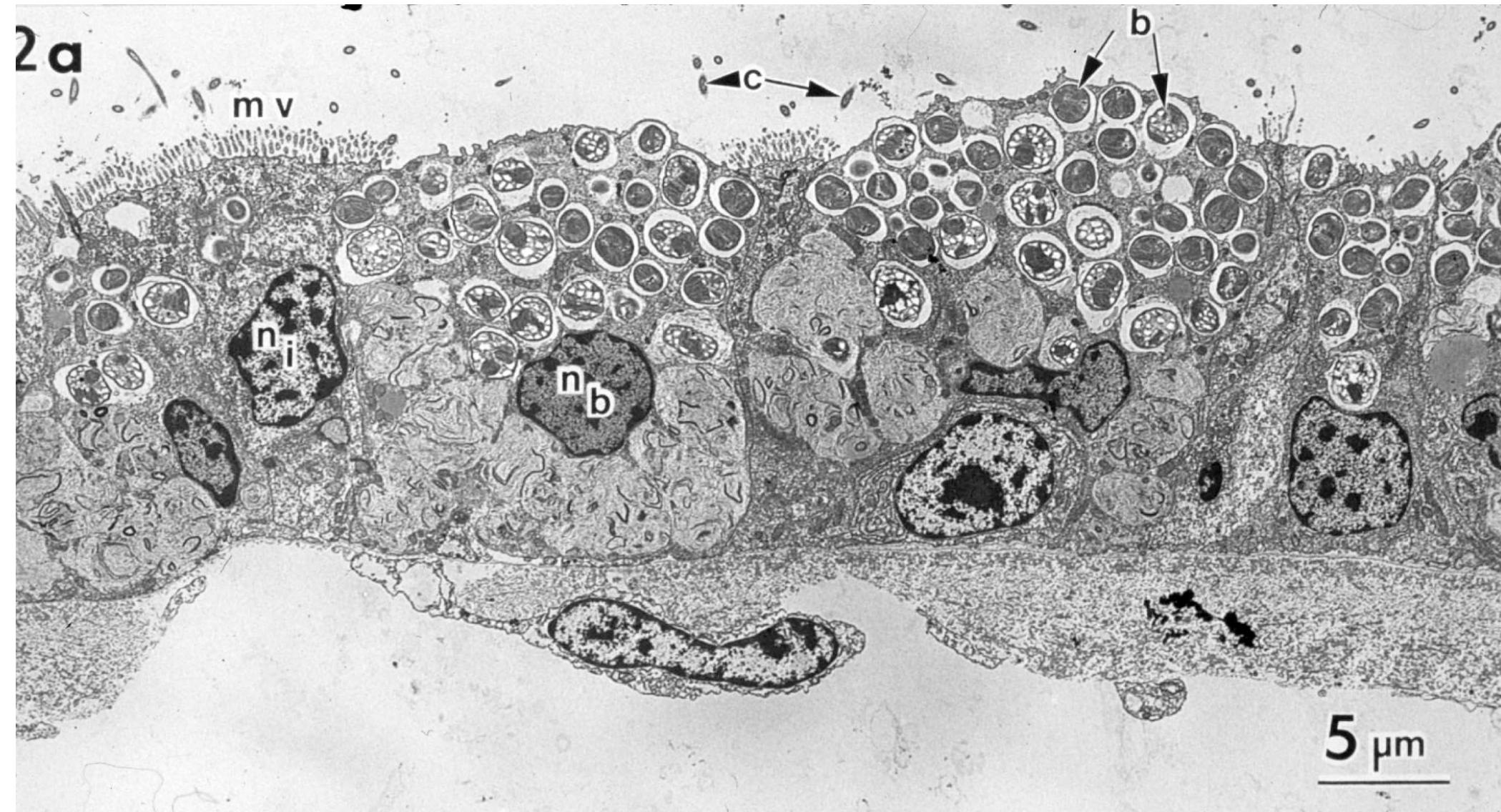
Calyptogena magnifica



Bathymodiolus childressi



Bathymodiolus childressi corte transversal de agalla



*Alviniconcha
hessleri*



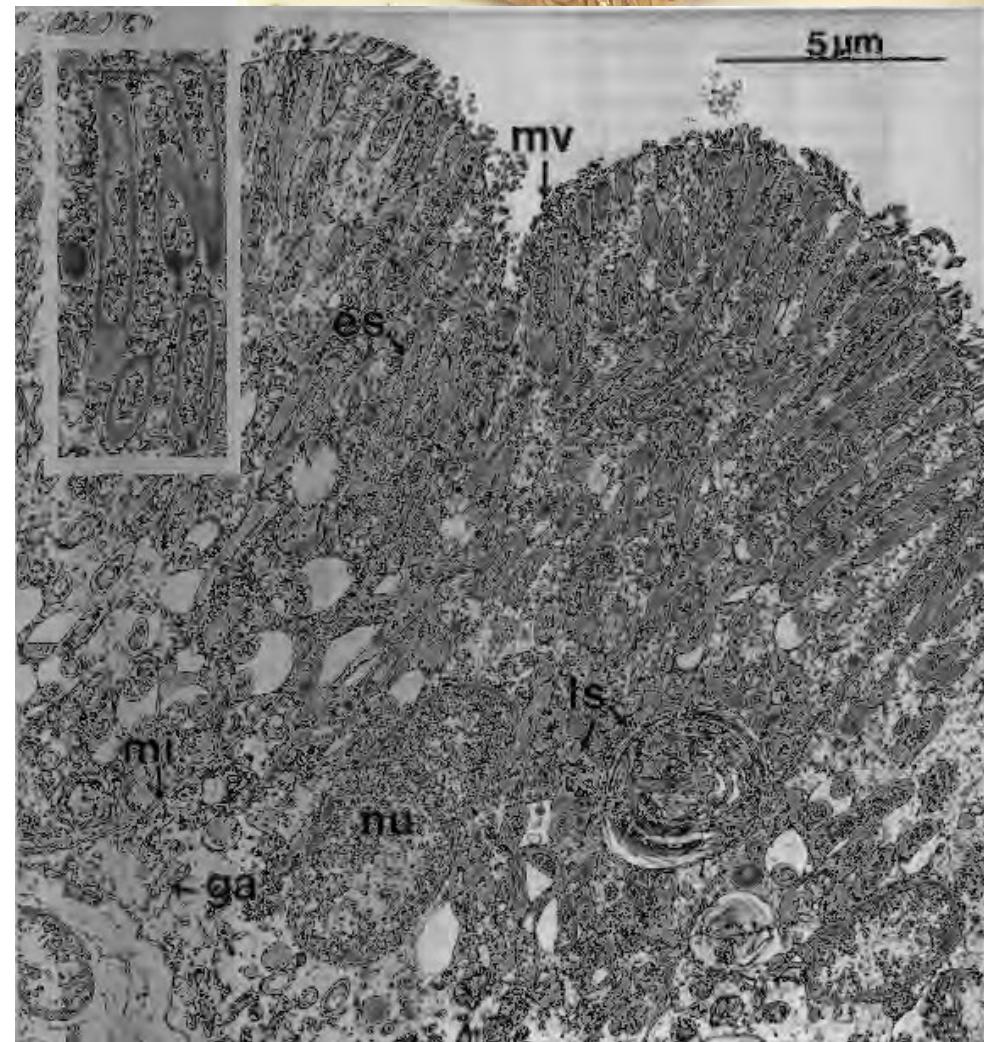
Alviniconcha hessleri

Vive en agua más calientes
hasta 35°C

Simbiontes en agallas

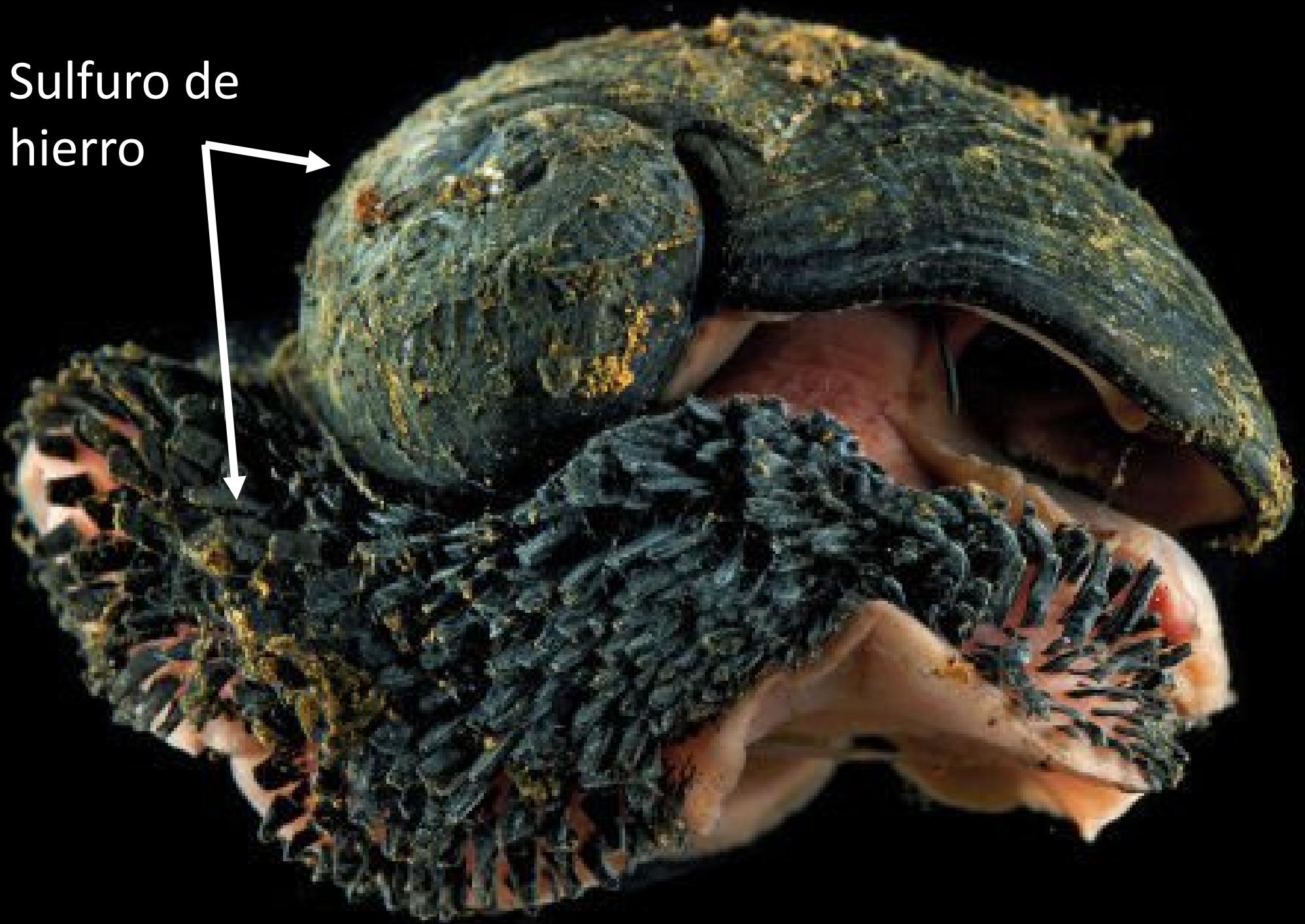
Hemoglobina en agallas para
oxígeno

Ácidos grasos indican que el
metabolismo es enteramente
basado en la oxidación de
Sulfuro



Chrysomallon squamiferum

Sulfuro de
hierro



Chrysomallon squamiferum



Chrysomallon squamiferum



Conclusiones

- Animales tienen simbiontes quimioautotróficos para poder obtener energía en zonas sin luz y con concentraciones de sulfuro muy altas
- Adaptaciones en animales soportan a los endosimbiontes
- Alguna especies pueden ser muy productivas
- Otras especies tienen tasas metabólicas mas bajas y por ende menor producción primaria