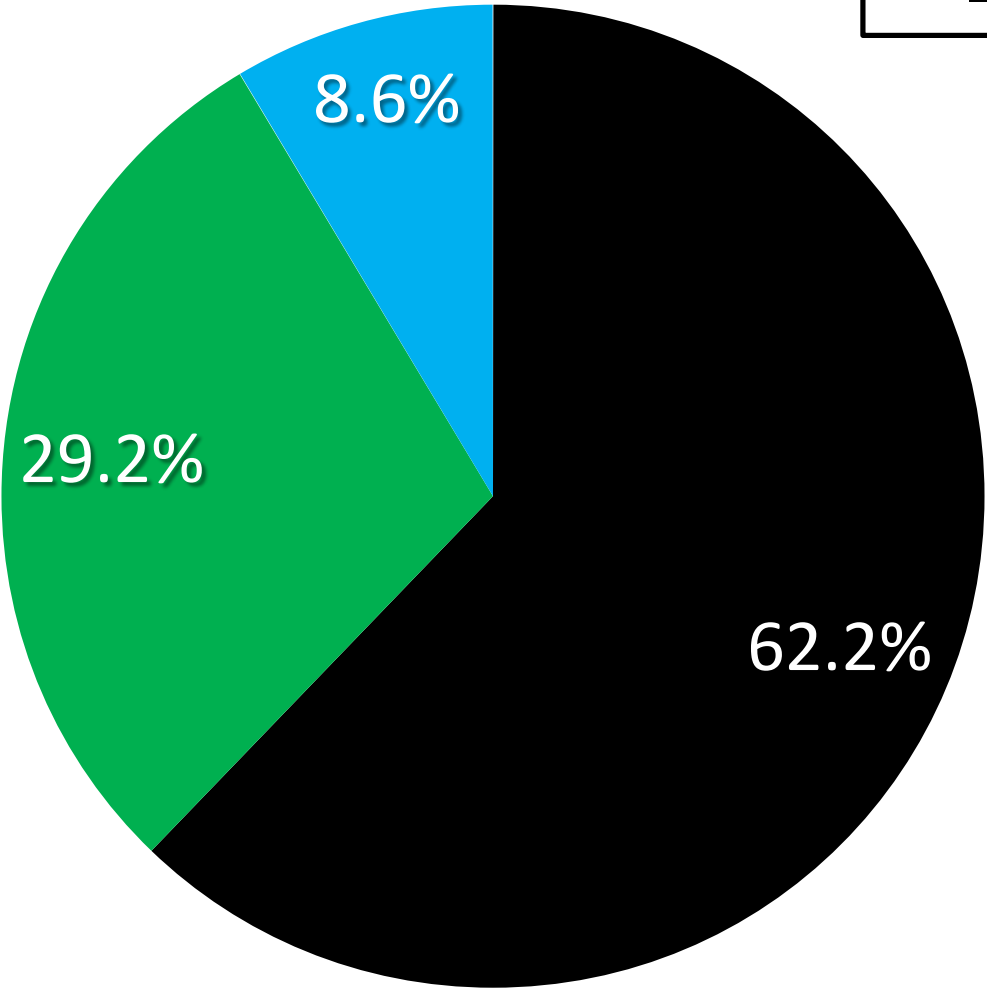
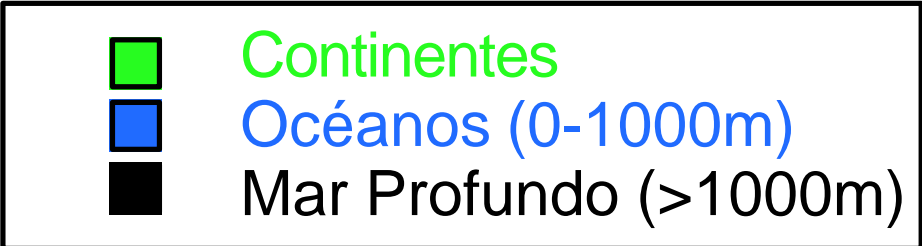
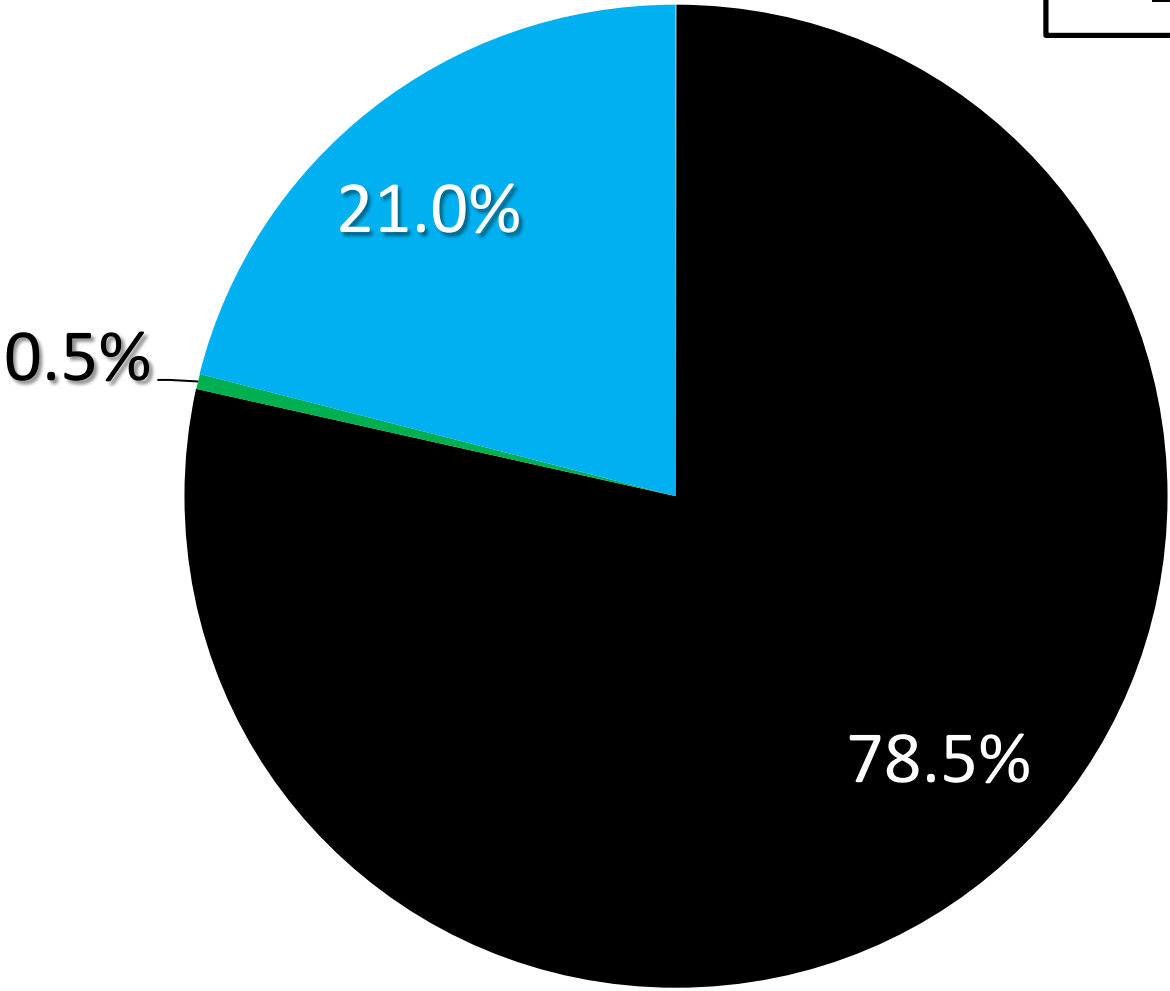
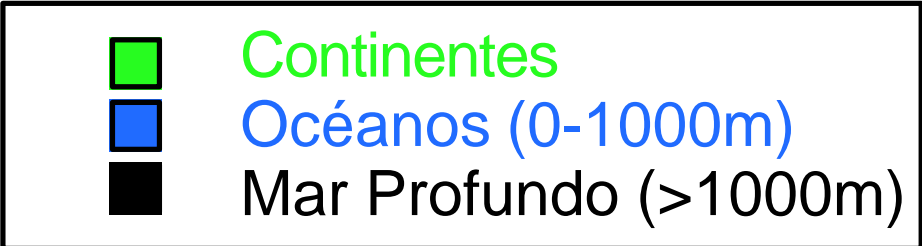


Clase 9





Área de Superficie



Volumen habitado por Organismos Vivos

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



Ecología y función de las simbiosis en chimeneas hidrotermales

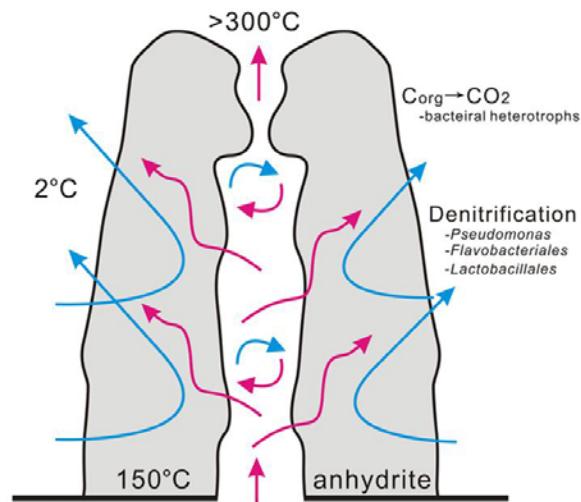
“The future is uncertain and the end is always near.”

(Jim Morrison, Roadhouse Blues)



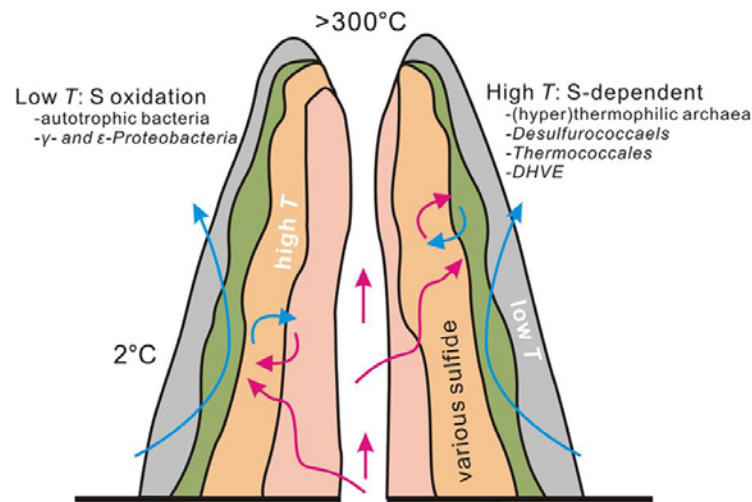
Ciclo de vida de una chimenea

A Early stage: young sulfate chimney



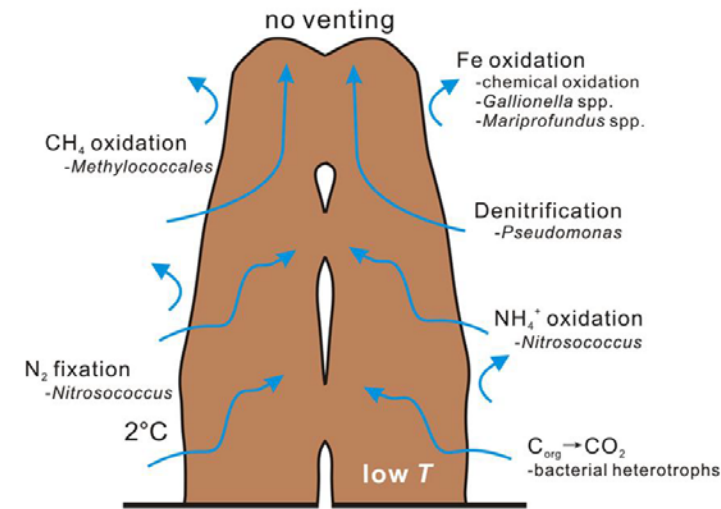
- intensive mixing between SW and HF;
- relatively homologous anhydrite chimney walls;
- archaeal populations are not detectable;
- heterotrophic bacterial communities dominant.

B Mature stage: active sulfide chimney



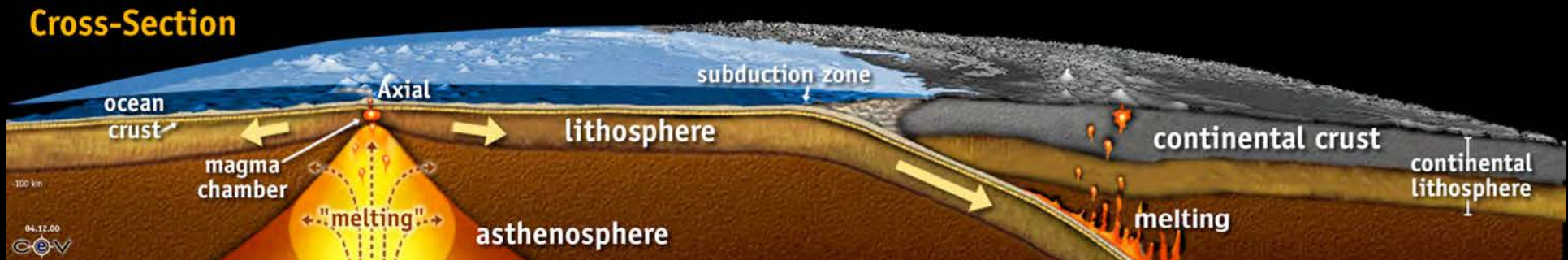
- zonation of different sulfide mineral assemblages;
- intensive and stable thermal-chemical gradients within chimney;
- high abundance of biomass;
- microbial zonation with diverse metabolisms within chimney walls.

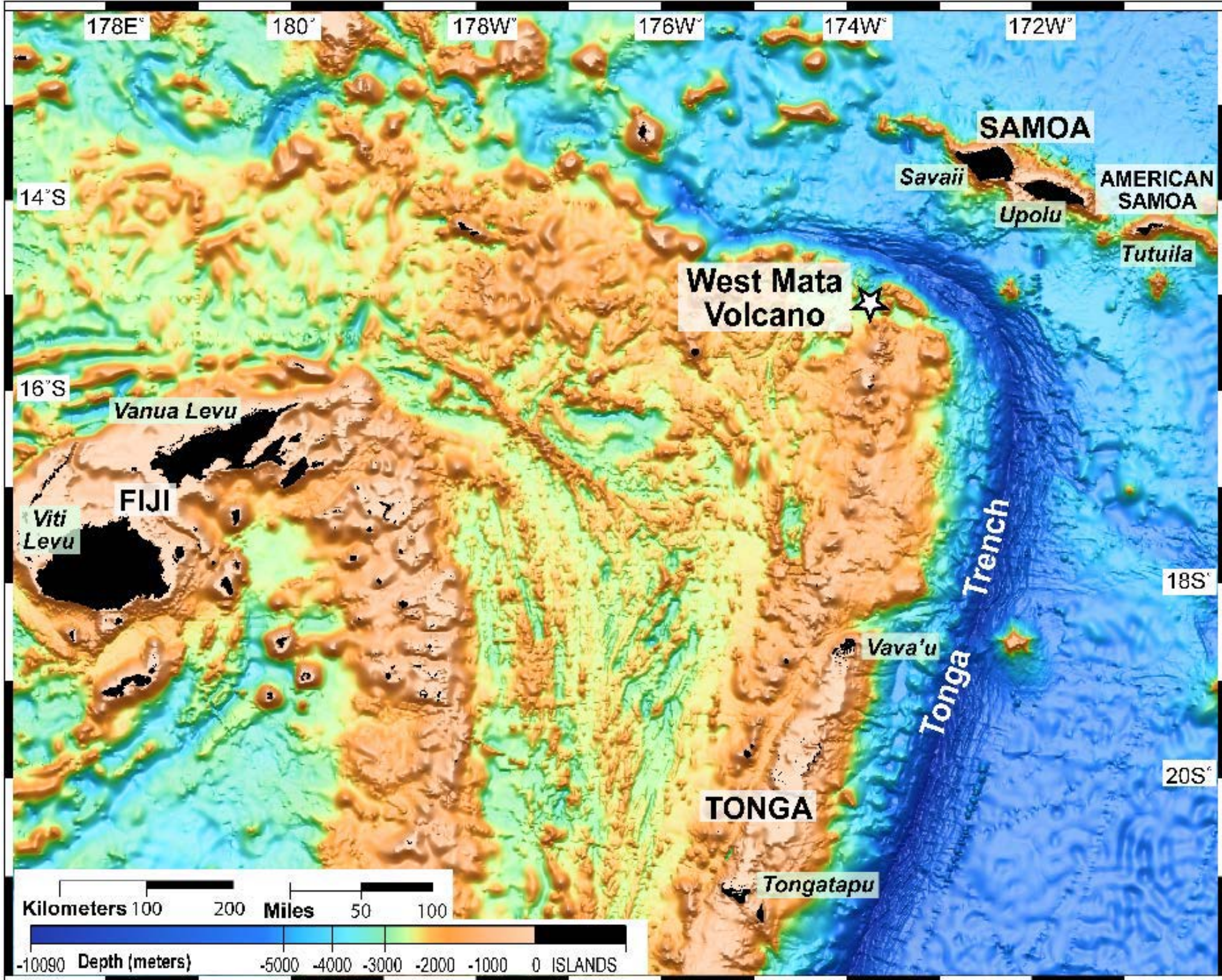
C Inactive stage: weathering sulfide chimney



- 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









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 toxico 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, 40 μM 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

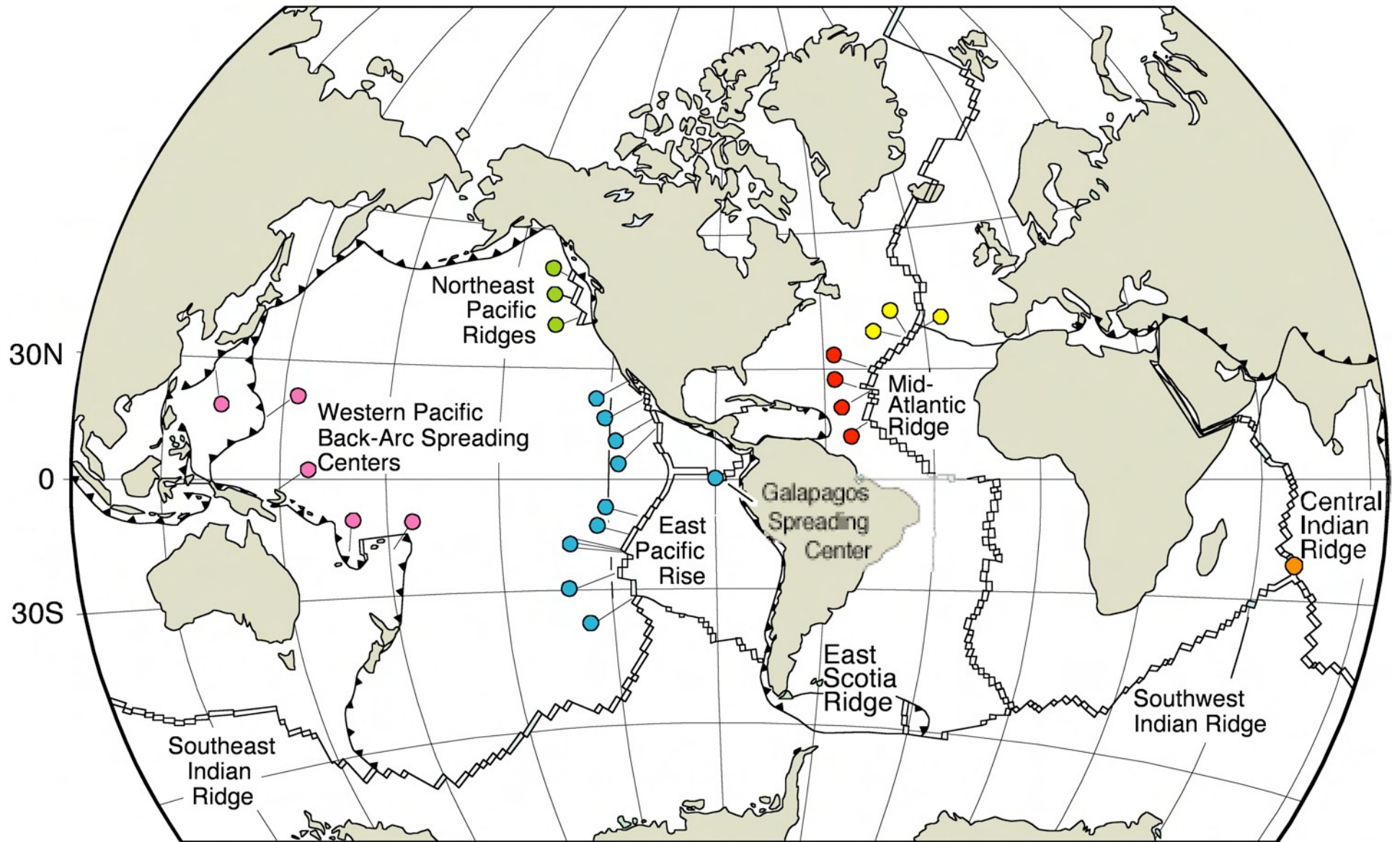


Fig.1. Mapa de chimeneas hidrotermales conocidas en las diferentes provincias biogeográficas y las principales dorsales medio-oceánicas. VanDover, et al. Science, 2002, 15; 295: 1253-1257.

Fauna de la Dorsal del Pacífico Oriental (DPO):

Especies Sésiles:

Riftia pachyptila, *Tevnia*, *Oasisia*

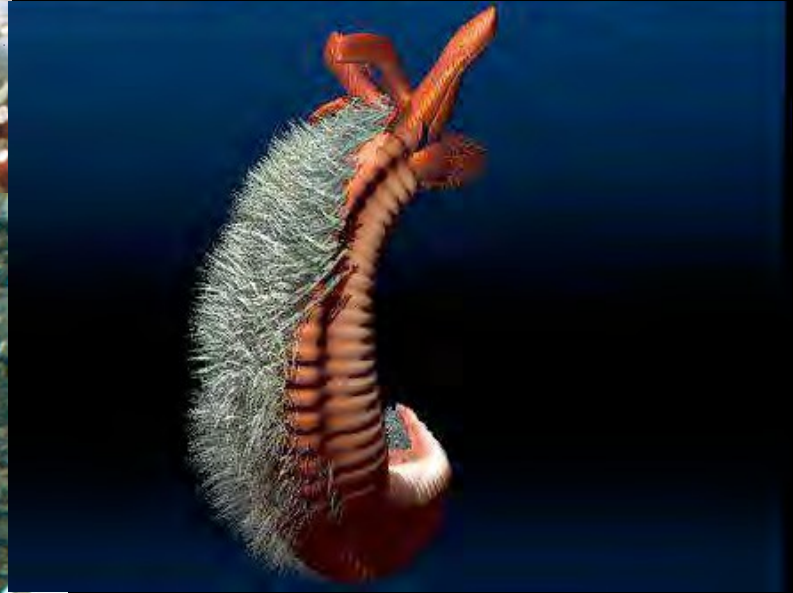
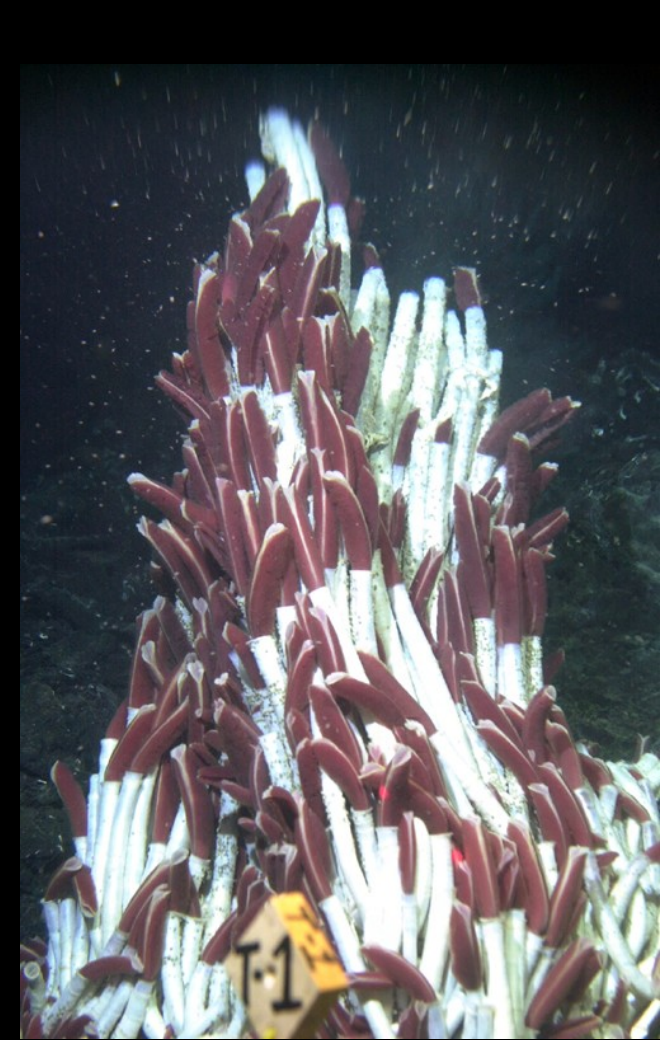
Bivalvos- vesicomidos - *Calyptogena
magnifica*

mejillones - *Bathymodiolus
thermophilus*

Anemonas,

Lapas,

Alvinellidos - *Alvinella*



Especies móviles:

Pez rosa Bythitid - *Bythites hollisi*

Pez *Thermarces*

Pez *Careproctus*

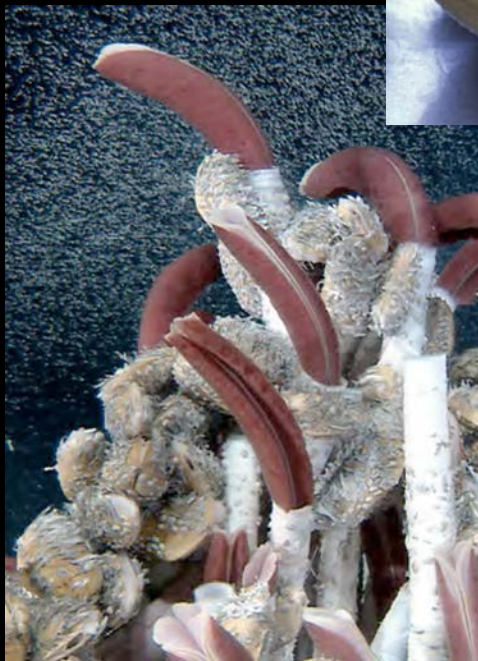
Cangrejos - *Bythograea thermydron*,
Cyanagraea

Pulpos

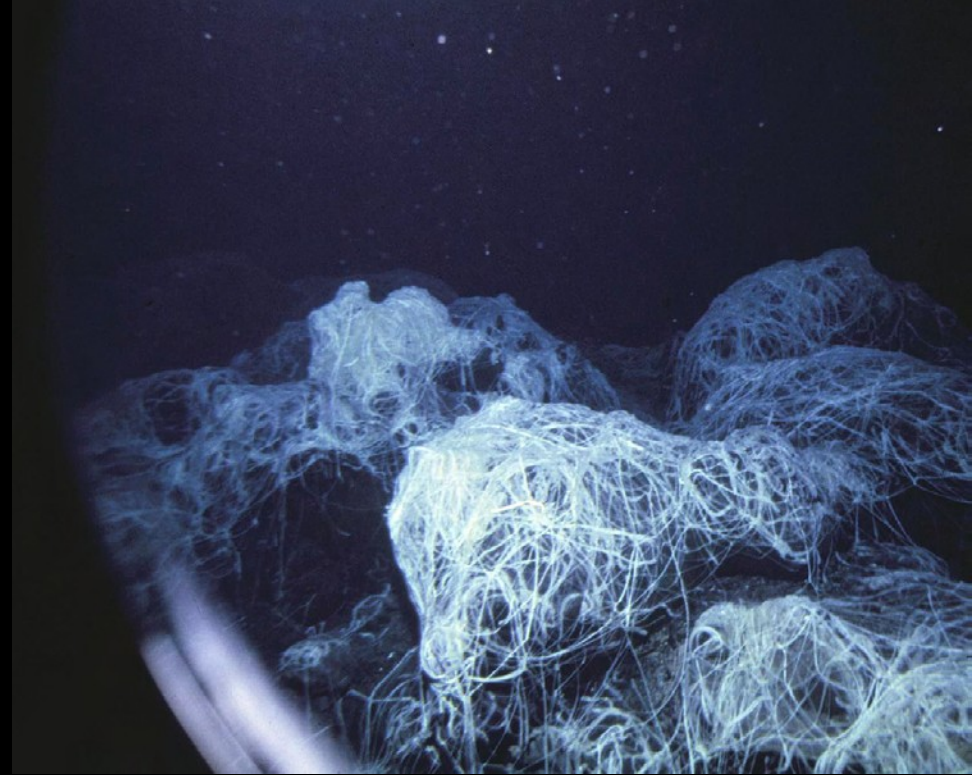
Cangrejos Bresiliidos - *Alvinocaris*

Poliquetos - *Paralvinella*

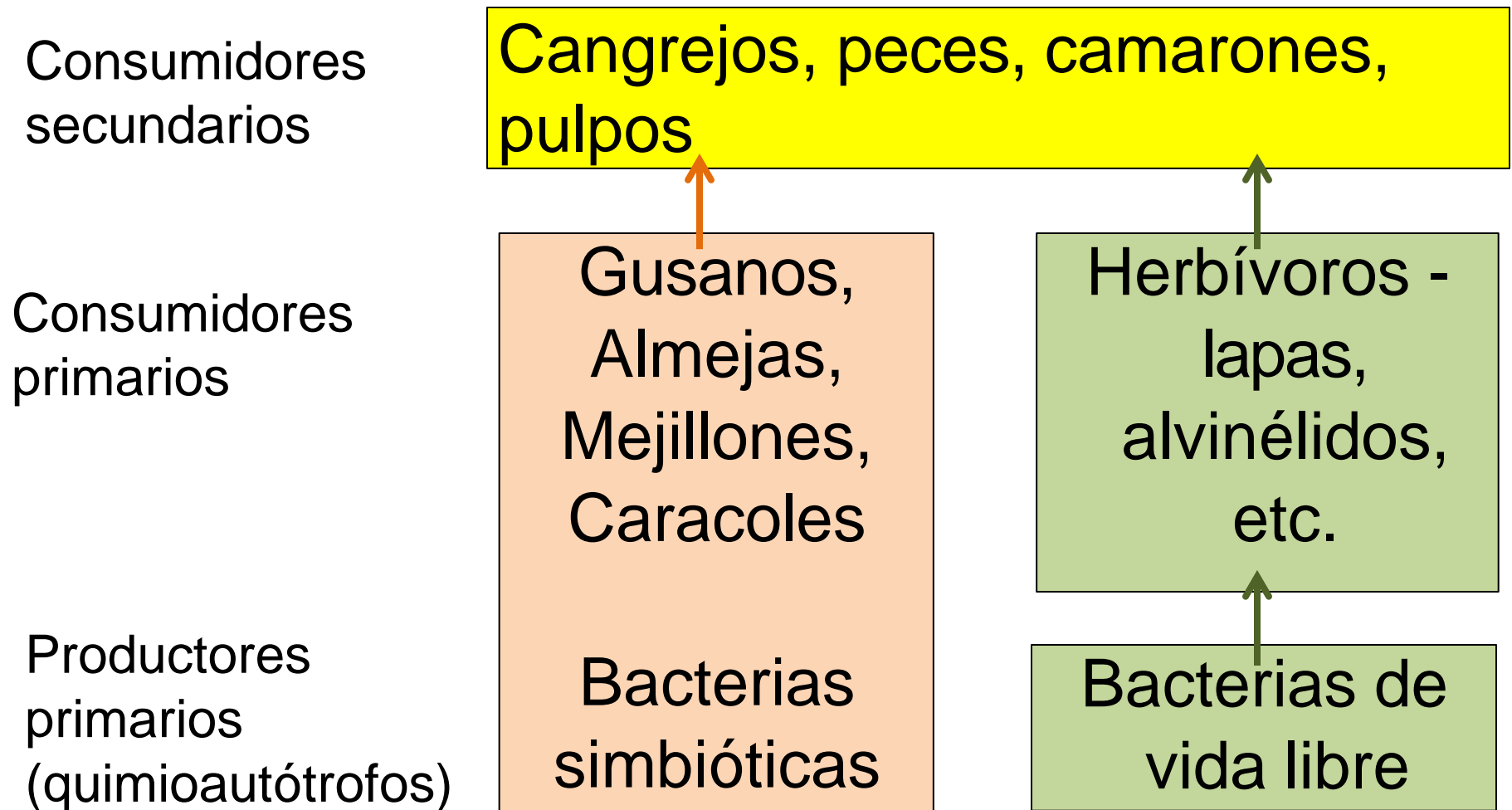
Anfípodos



Otras especies :
Poliquetos Serpúlidos
Cangrejos Galateidos
Sifonóforos
Balanos percebes



Estructura trófica de la comunidad de la Dorsal del Pacífico Oriental



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

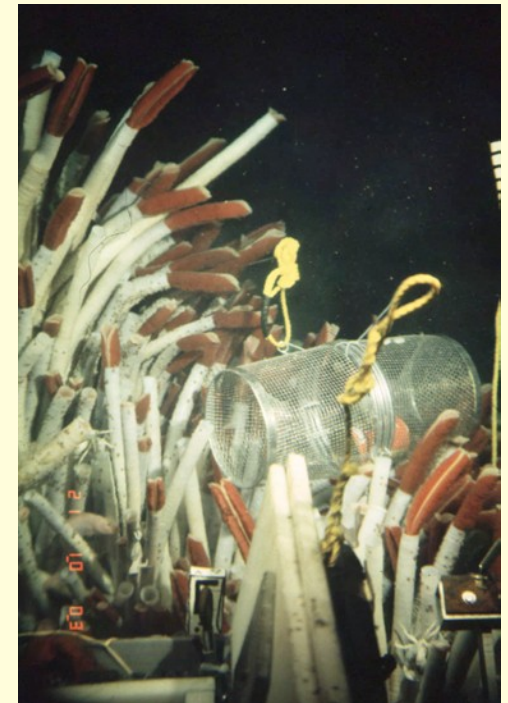
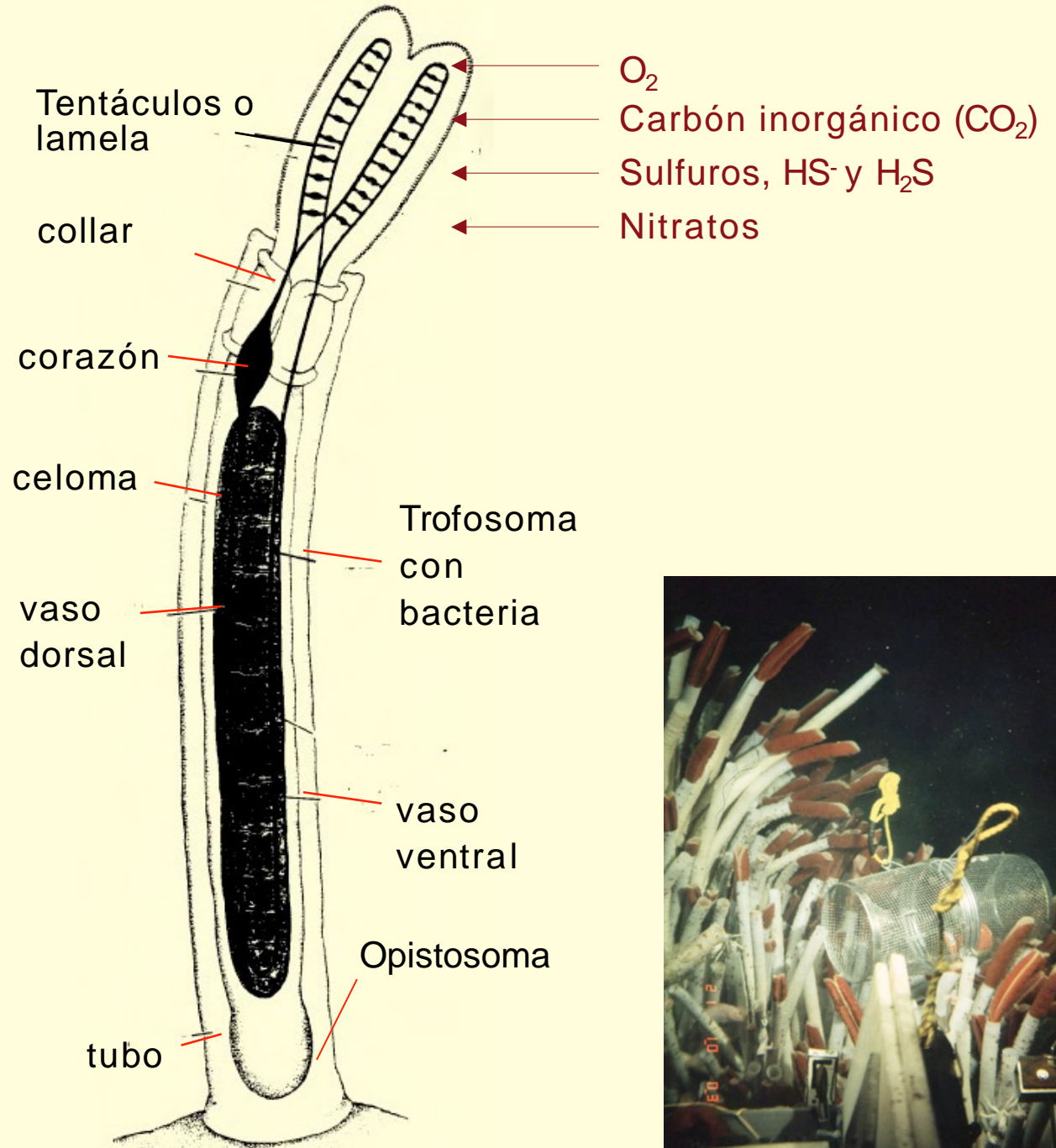
Riftia pachyptila

Alrededor de las chimeneas

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

Aguas profundas

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





Trofosoma



MONTVALE, N.J. 07

3

4

5

6

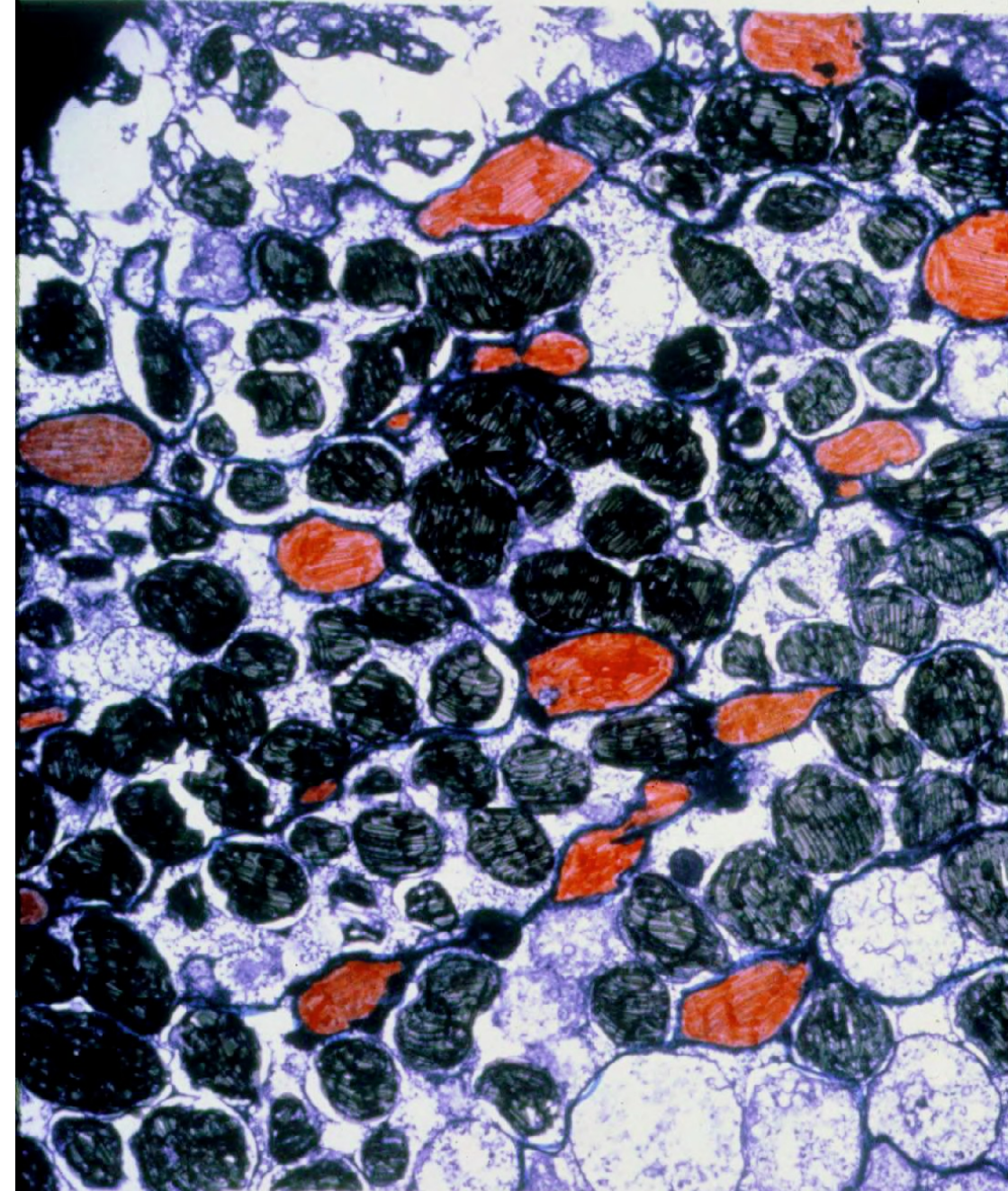
7

8

9



10µm



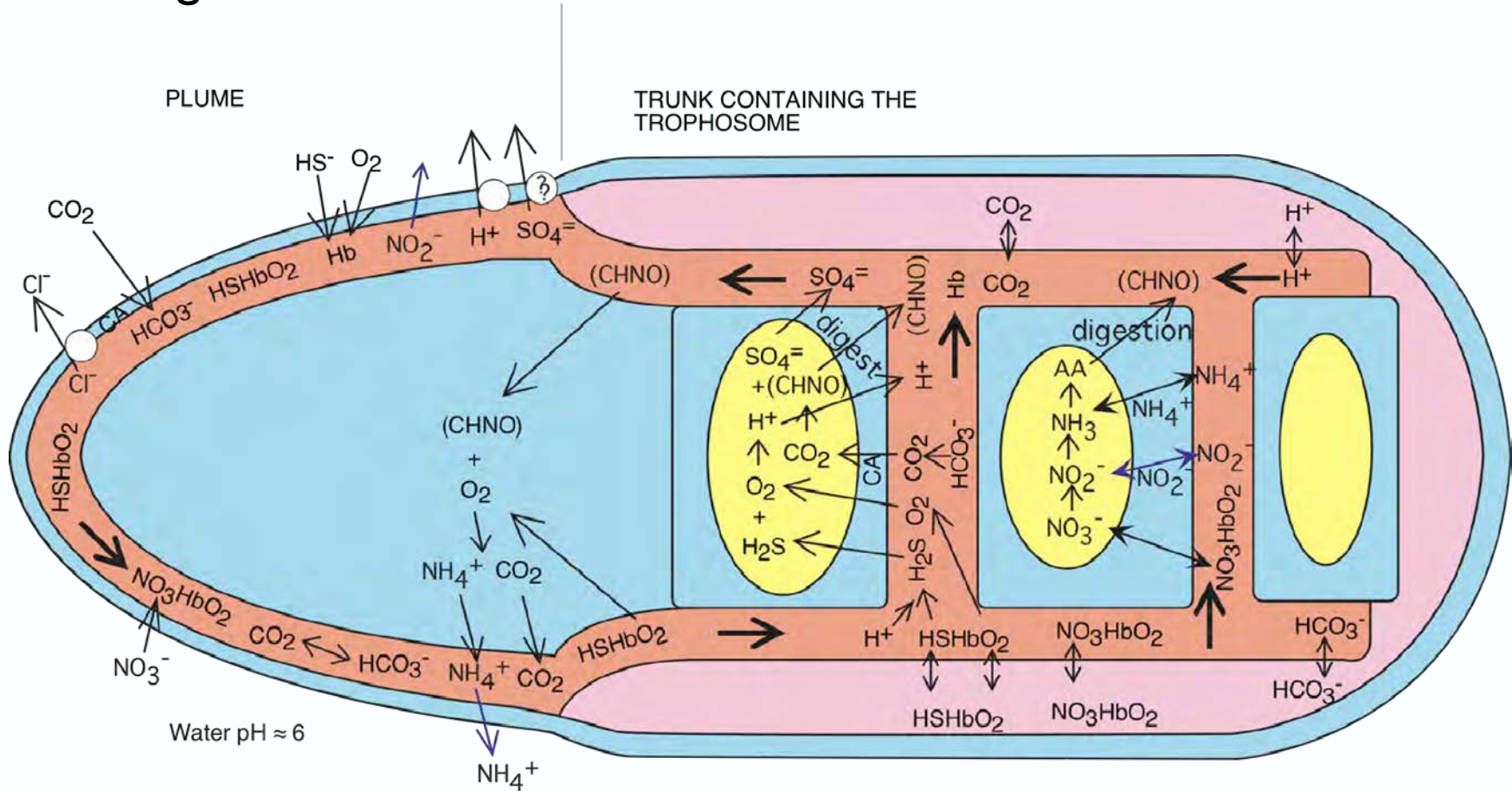
Trofosoma

Colores para ver
diferencias

Rojo – vasos vasculares

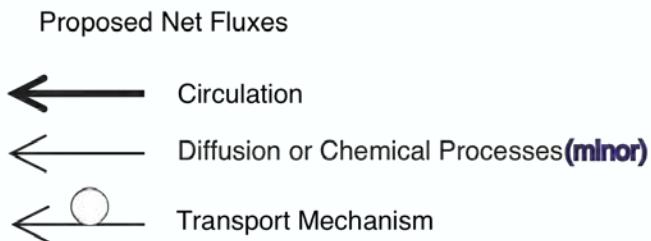
Negro - bacteria

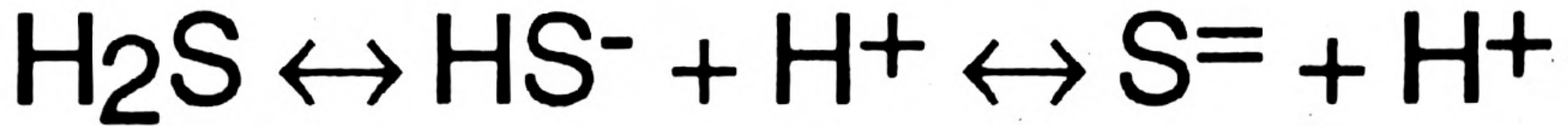
Fisiología de Vestimentifero de chimenea hidrotermal



Water pH ≈ 6

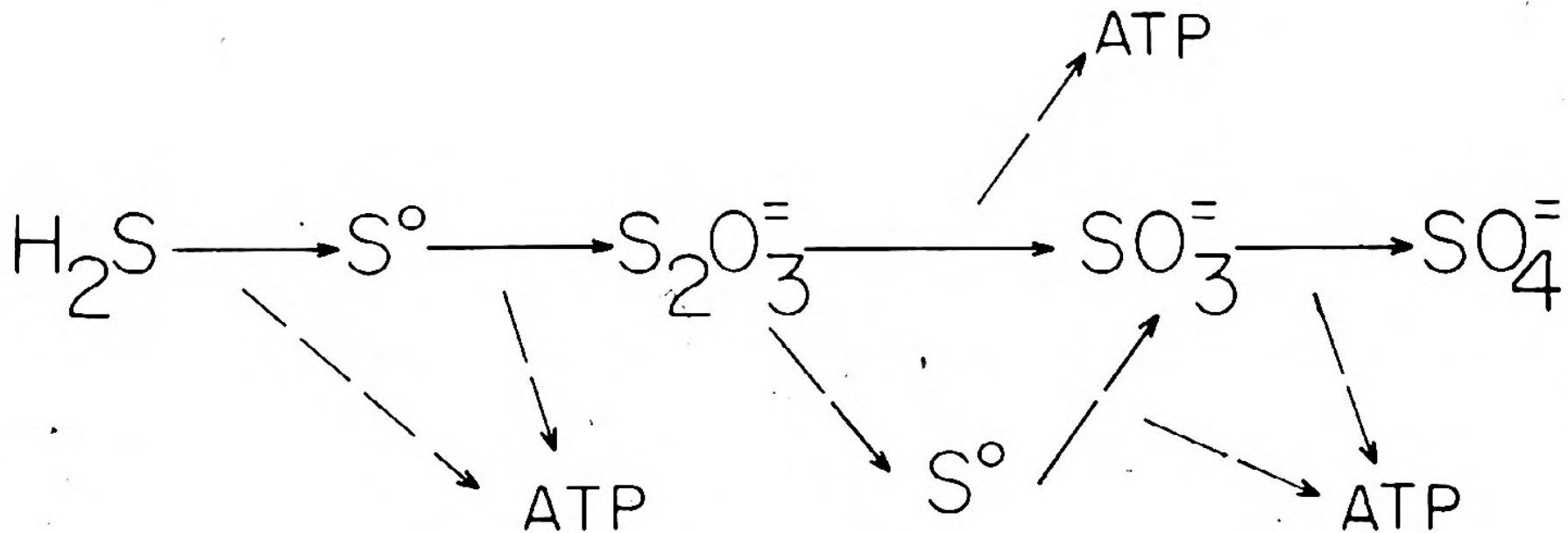
pH	Compartments
(plume) 7.4	Worm Tissue
(Tsome) 7.0	Bacteria
7.4	Hemolymph
7.4	Coelomic Fluid





Disociación en agua

Ácido Sulhídrico, Disociación, Oxidación en Sulfatos

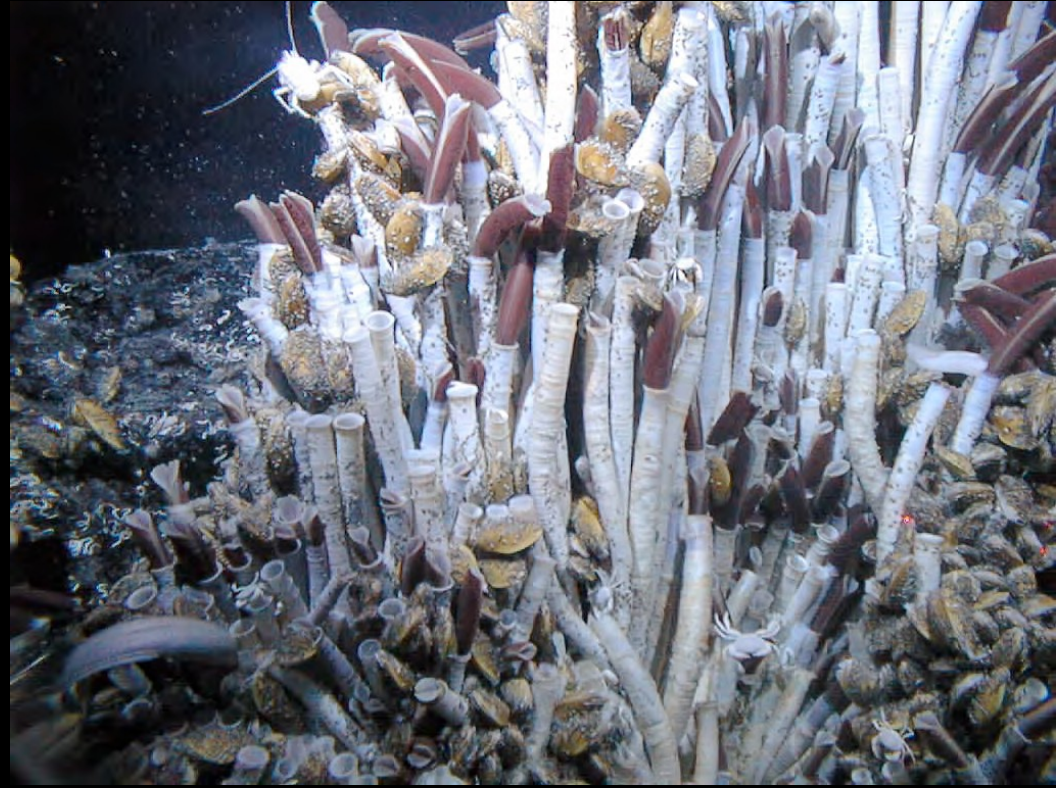


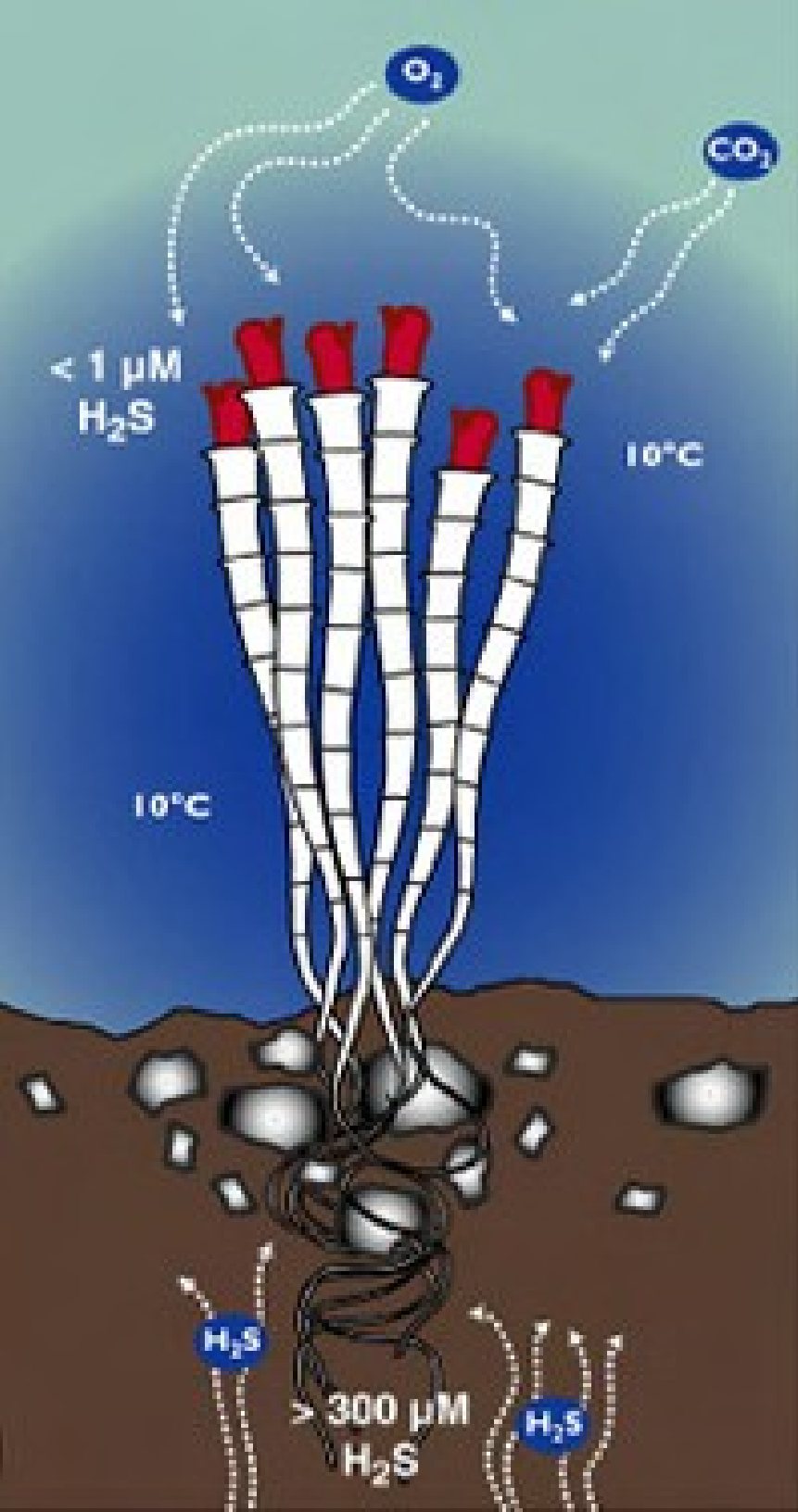
Producto finales Sulfatos y H⁺ y liberación de energía en forma de ATP

Riftia una especie que provee hábitat para las comunidades de chimeneas

Era la única especie conocida de vestimentíferos en el Pacífico Oriental.

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





Lamellibrachia luymesii

Chimeneas pequeñas, tasas metabólicas bajas, H₂S 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 simbiosis quimioautótrofos



Simbiontes quimioautótrofos tienen mucha demanda de O₂

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

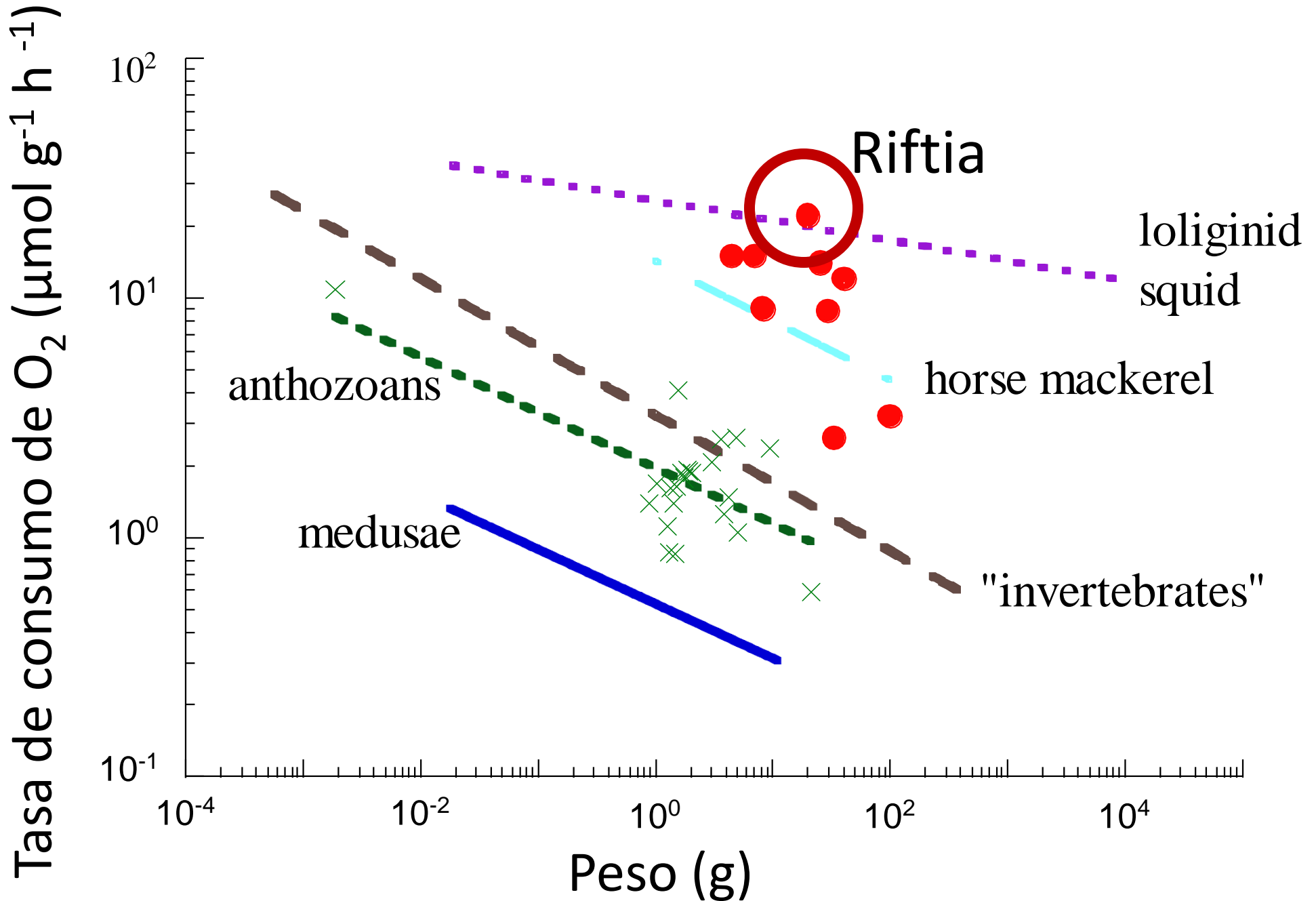
Los poliquetos Vestimentíferos, poseen hemolinfa con hemoglobina que es muy eficiente en transportar O₂

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



(Childress and Girguis 2011)

Conclusiones

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

Simbiontes de Moluscos

Bivalvos

- Vesicomomyidae
- Bathymodiolinae
- Solemyidae
- Lucinidae
- Thyasiridae

Gastropodos

- Provannidae
- Otras especies pequeñas

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

Calyptogena magifica



Bathymodiolus childressi

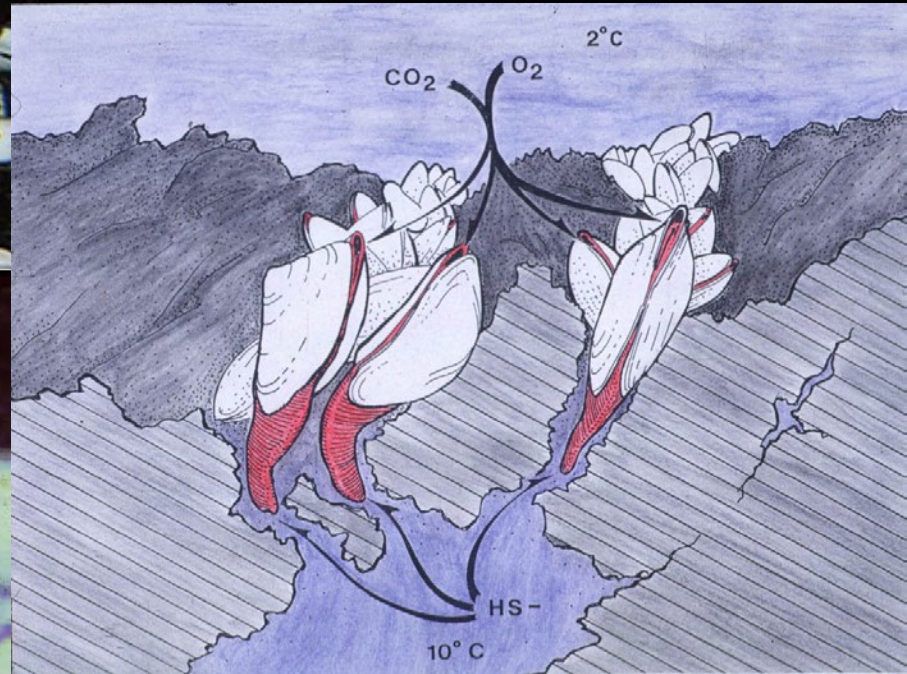


Lucinoma aequizonata



Solemyid

Calyptogenia magnifica



Bathymodiolus childressi



Bathymodiolus childressi corte transversal de agalla



*Alviniconcha
hessleri*



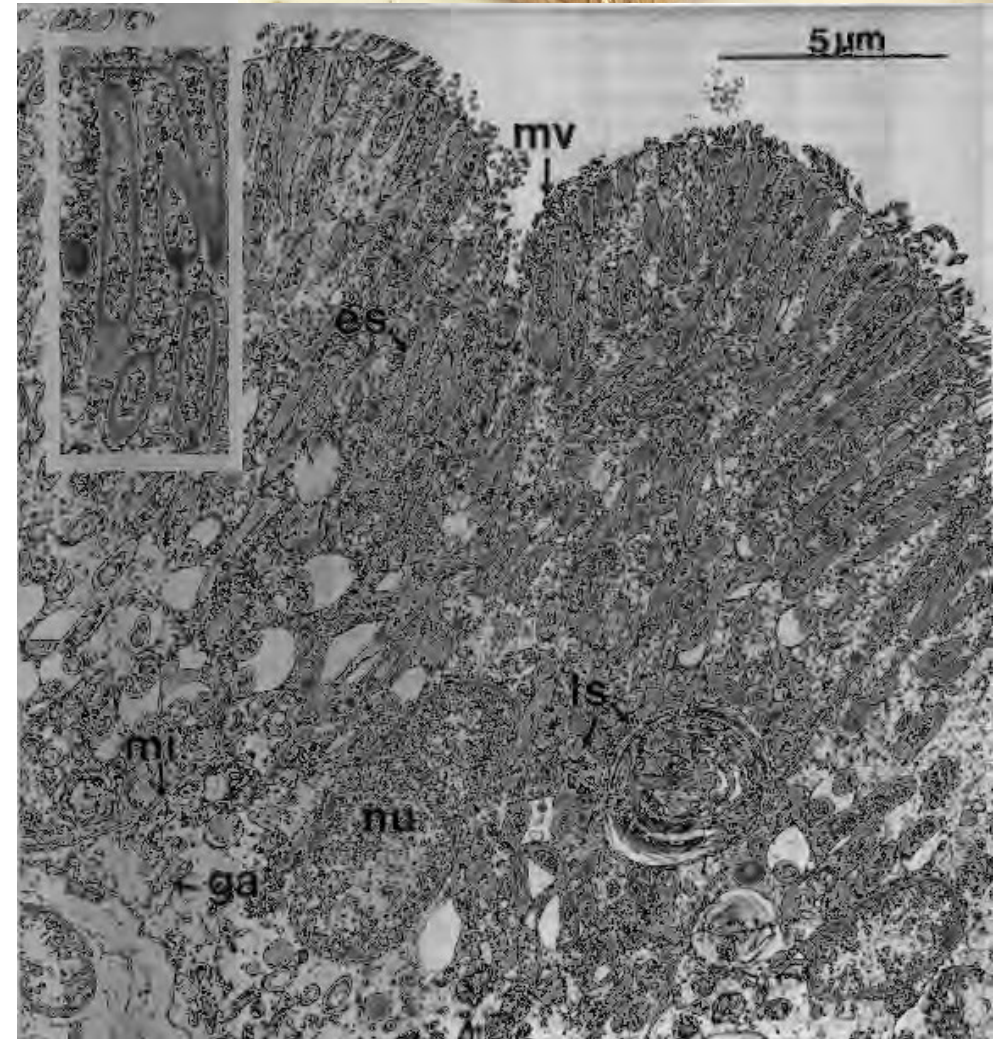
Alviniconcha hessleri

Vive en agua más calientes hasta 35°C

Simbiontes en agallas

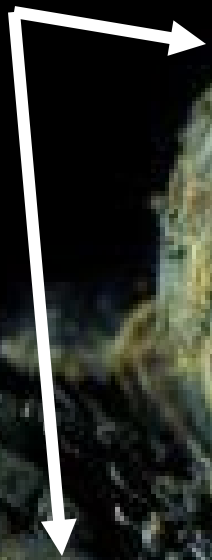
Hemoglobina en agallas para oxígeno

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

