# Procariotas

**Biol 3052** 

#### De dos Reinos a tres Dominios

- Los primeros taxónomos clasificaron todas las especies como plantas o animales.
- Luego se reconocieron hasta cinco Reinos: Monera, Protista, Plantae, Fungi y Animalia.
- Hoy en día reconocemos tres Dominios: Bacteria, Archaea y Eukarya.
- Nuevas tecnologías en genómica y metagenómica ha llevado a tener más información de grupos de organismos de lo cuales se conoce todavía muy poco.

## ¿Qué sabemos?

- Todos los organismos provienen de un ancestro común porque comparten algunas características:
  - Membrana celular y ribosomas
  - Rutas metabólicas como glucólisis
  - Replicación semiconservativa del ADN
  - El ADN codifica para proteínas
  - Tienen el mismo código genético y poseen secuencias de ADN similares
- Los organismos procariotas se encuentran dentro de los dominios Bacteria y Archaea.
- Eukarya contiene los organismos eucariotas.

# Procariotas: Dominios Archaea y Bacteria

- Los procariotas no tienen núcleo definido y ni organelos rodeados por membrana.
- El ADN usualmente está en molécula circular.
- Los procariotas viven prácticamente en todos los lugares de la Tierra, incluyendo condiciones extremas para la mayoría de los demás organismos.
- Hay más procariotas en un puñado de tierra fértil que personas viviendo en la Tierra.

### Otras características de los procariotas:

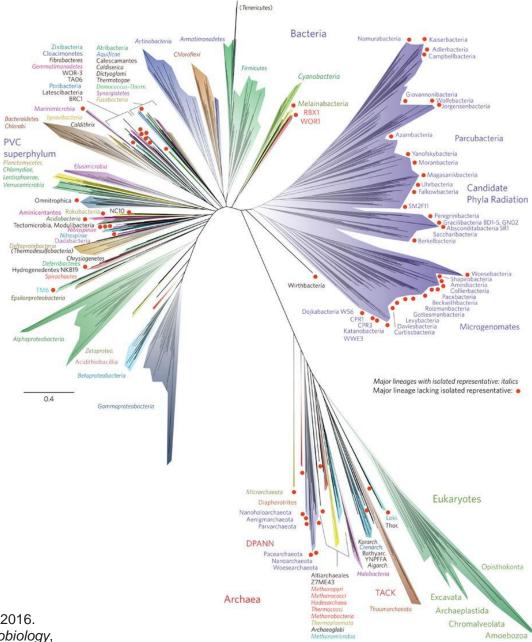
- La mayoría son unicelulares; típicamente de diámetros de 0.5-5um.
- Casi todos tienen pared celular.
- Los procariotas se reproducen rápidamente por fisión binaria y se pueden dividir cada 1–3 horas.
- La rápida reproducción, las mutaciones y las recombinaciones genéticas promueven su diversidad genética.
- Alrededor de la mitad son capaz de tener movimiento dirigido a alejarse o acercarse a un estímulo (Ej. quimiotaxis).
- Poseen una gran diversidad de adaptaciones nutricionales y metabólicas.

## Importancia en la biosfera:

- Los procariotas son tan importantes que si desaparecieran, la vida en la Tierra desaparecería también.
- Tienen un rol importante en el reciclaje de elementos químicos entre los componentes vivos y no vivos de los ecosistemas.
- Algunos actúan como descomponedores, degradando organismos muertos y productos de desechos.
- Pueden, además, aumentar la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio para el crecimiento de las plantas.

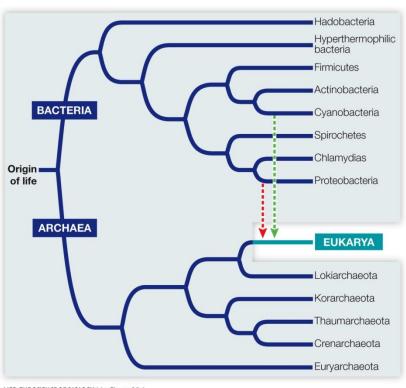
## Filogenia de los procariotas

- Hasta finales del Siglo 20, su clasificación se basaba sólo en criterios fenotípicos.
- Estudios en los 1970's del RNA ribosomal separan las arqueas de las bacterias.
- La transferencia horizontal de genes dificulta su clasificación.
- Hoy en día reconocemos dos linajes a partir de un ancestro común: Bacteria y Archaea.
- Aun con avances de la biología molecular todavía son más los organismos procariotas sin clasificar que los clasificados.
- Los eucariotas están en linaje dentro de Archaea.



A new view of the tree of life. 2016. Hug et al., 2016. *Nature Microbiology*, 1(16048). https://rdcu.be/bg3MQ

## La filogenia de los organismos VIVOS:



LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Figure 25.1

© 2017 Sinauer Associates, Inc.

- Los mitocondrios y los cloroplastos en eucariotas se originan por eventos de endosimbiosis con bacterias.
- Algunos genes de los eucariotas están más relacionados a Archaea, mientras otros están relacionados a Bacteria.

#### table 25.1 The Three Domains of Life

	Domain		
Characteristic	Bacteria	Prokaryotic Archaea	Eukarya
Membrane-enclosed nucleus	Absent	Absent	Present
Membrane-enclosed organelles	Few	Absent	Many
Peptidoglycan in cell wall	Present	Absent	Absent
Membrane lipids	Ester-linked	Ether-linked	Ester-linked
	Unbranched	Branched	Unbranched
Ribosomes <sup>a</sup>	70S	70S	80S
Initiator tRNA	Formylmethionine	Methionine	Methionine
Operons	Yes	Yes	Rare
Plasmids	Yes	Yes	Rare
Number of RNA polymerases <sup>b</sup>	One	One	Three
Ribosomes sensitive to chloramphenicol and streptomycin	Yes	No	No
Ribosomes sensitive to diphtheria toxin	No	Yes	Yes

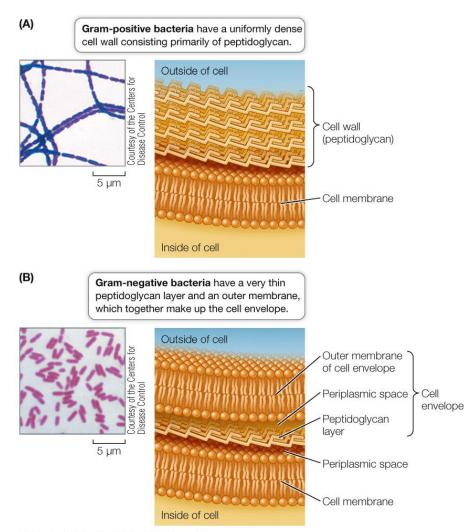
<sup>&</sup>lt;sup>a</sup>70S ribosomes are smaller than 80S ribosomes.

<sup>&</sup>lt;sup>b</sup>The structure of prokaryotic archaeal RNA polymerase is similar to that of eukaryotic polymerases.

#### Dominio Bacteria

- Las bacterias son organismos unicelulares de un tamaño de algunos micrómetros de largo y diversas formas incluyendo esferas (cocos), barras (bacilos) y hélices (espirilos).
- Las bacterias son los organismos más abundantes del planeta y se encuentran en todos los hábitats terrestres.
- Son imprescindibles para el reciclaje de los elementos, pues muchos pasos importantes de los ciclos biogeoquímicos dependen de éstas.

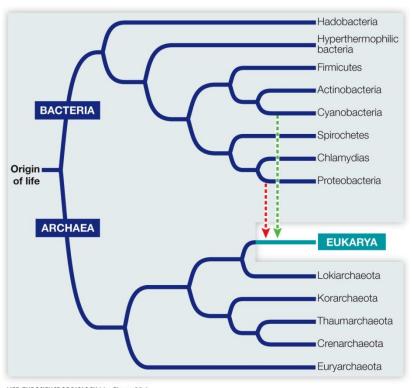
- Caso todas tienen pared celular compuesta de peptidoglicanos.
- La mayoría de las bacterias están en dos categorías: Gram-positiva y Gram-negativa; por su reacción a la tinción de Gram.
- Las bacterias Gram + tienen una pared celular gruesa hecha de peptidoglicanos y se tiñen de violeta.
- Las bacterias Gram tienen una pared fina de peptidoglicanos entre la membrana plasmática y otra membrana exterior; al teñir se ven rosadas.



LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Figure 25.2 © 2017 Sinauer Associates, Inc.

## Algunos clados en Bacteria:

- Hay varias hipótesis de las relaciones entre los grupos de procariotas.
- Ocho de los grupos tienen más información disponible.



LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Figure 25.1 © 2017 Sinauer Associates, Inc.

#### Hadobacteria

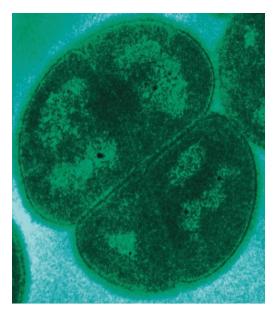
Incluye organismos extremófilos.

#### **Ejemplos:**

Deinococcus; resistenten a radiación y a temperaturas extremas, pueden consumir desechos nuleares y materiales tóxicos.

Thermus aquaticus: resistente a altas temperaturas.

Originalmente aislada de aguas termales y es la fuente de una ADN polimerasa que se usa en técnicas de PCR.



Deinococcus. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=157172

## Bacteria hipertermófilas

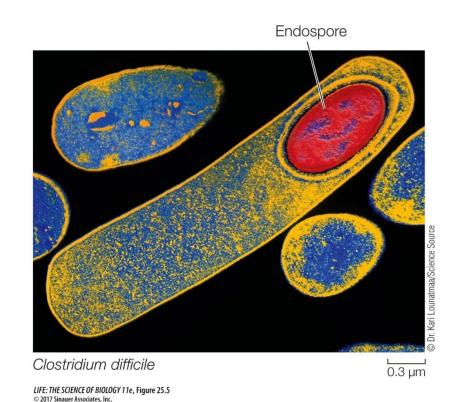
Bacterias termofílicas de aguas termales, cerca de volcanes, depósitos de aceite y otros ambientes calientes.

Evidencia de que la vida se originó en ambientes calientes es la secuenciación de genes ancestrales que indican que las proteínas funcionaban mejor a altas temperaturas.

Ejemplo: Aquifex pyrophilus. Se considera como una de las bacterias más antiguas. De aguas termales o volcanes bajo agua.

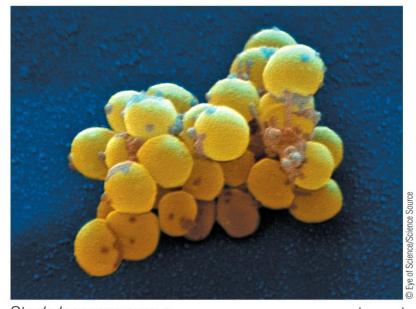
#### **Firmicutes**

- Algunas Gram-negativas.
- Algunas no tienen pared celular.
- •Algunas producen endoesporas (estructuras resistentes a calor y a condiciones adversas; el organismo sobrevive en estado de latencia).
- •Algunas endoesporas se pueden reactivar después de 1,000 años de latencia.



## Ejemplos de Firmicutes:

- Bacillus anthracis. Se ha usado como agente bioterrorista. Las endoesporas de Bacillus anthracis (anthrax) se activan en la presencia de macrofagos en la sangre de mamiferos.
- Staphylococcus aureus.
   Causa enfermedades respiratorias, de la piel e infecciones intestinales.



Staphylococcus aureus

1 µm

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Figure 25.6
© 2017 Sinauer Associates, Inc.

## Mycoplasmas

- Extremadamente pequeños y sin pared celular.
- Genomas pequenos.
- Usualmente resistentes a antibioticos.
- Ejemplos de algunas especies patógenas:

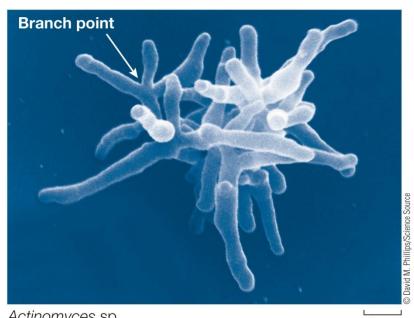
Mycoplasma pneumoniae (causa pneumonia atípica) y M. genitalium (uno de los causantes de *Inflamatory* pelvic disease).



LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e. Figure 25.7

### Actinobacteria

- Forman filamentos ramificados.
- Algunos se reproducen por esporas que se forman al final de los filamentos.
- Ejemplo: Mycobacterium tuberculosis.
- Muchos antibióticos se derivan de actinobacteria.
  - Ej. Especies de Streptomyces producen estreptomicina y otros antibióticos.



Actinomyces sp.

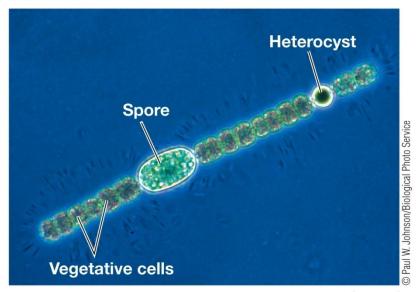
2 µm

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Figure 25.8

# Cyanobacteria (Bacterias azul-verdes)

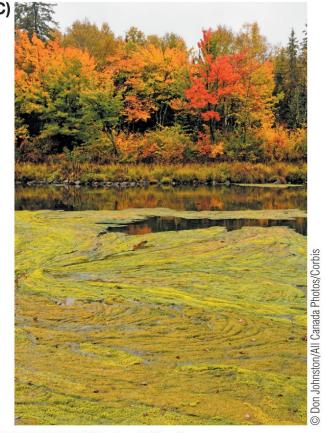
- Bacterias capaces de realizar fotosíntesis y fijación de nitrógeno; en ambientes acuáticos como terrestres.
- Siguen siendo los principales suministradores de nitrógeno para las cadenas tróficas de los mares.
- Poseen heterocistos que son células especializadas para fijar nitrógeno.
- A través de la fotosíntesis inundaron la atmósfera de O<sub>2</sub> hace unos 2.500 millones de años.
- Pueden formar colonias de varias formas (laminas, filamentos o esféras).
- En ambientes acuáticos pueden dan lugar a formaciones típicas conocidas como floraciones o *blooms*; que son proliferaciones en masa en aguas eutróficas ricas en nutrientes (particularmente fosfatos, nitratos y amoníaco), temperaturas de 15 a 30 °C y pH entre 6 y 9.
- Los cloroplastos de las células eucariotas se derivan por endosimbiosis con cianobacterias.

#### (A) Anabaena sp.



0.4 µm

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Figure 25.9 (Part 1) © 2017 Sinauer Associates, Inc.



*LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e*, Figure 25.9 (Part 3) © 2017 Sinauer Associates, Inc.

## **Spirochetes**

- Gram-negativas.
- Mótiles
- Muchos son parásitos y patógenos (sífilis, enfermedad de Lyme).

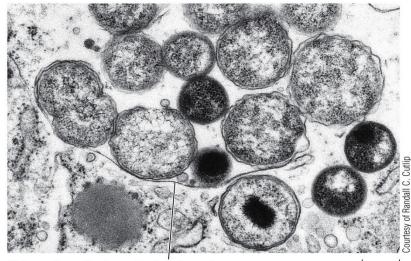


2 µm

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Figure 25.10 (Part 2)

## Chlamydias

- Muy pequeñas; Gramnegativas.
- Parásitos de células en otros organismos con ciclos de vida complejos.
- Algunas son patógenos (infecciones de ojos; enfermedades de transmisión sexual, pneumonía).



Chlamydia psittaci

Host cell membrane

0.2 µm

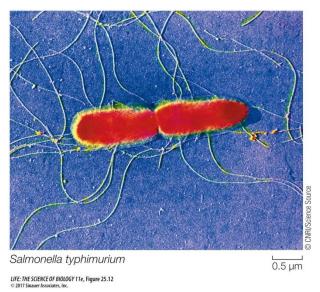
LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Figure 25.11

### Proteobacteria

- Grupo más grande y diverso de bacterias.
- Los mitocondrios de células eucariotas se derivan de endosimbiosis con proteobacterias.
- El grupo incluye las enterobacterias\* (ejemplo: *Escherichia coli*). Algunas enterobacterias forman parte de la microbiota del intestinos de varios animales. Importantes en la descomposición de materia dentro de los intestinos. Algunas se usan en la bioindustria. Ejemplo: para la fermentación de quesos y productos lácteos; y en industria farmacéutica.
- Algunas proteobacterias patógenas:
  - Yersinia pestis\* (plaga)
  - Vibrio cholerae (cólera)
  - Salmonella typhimurium\*

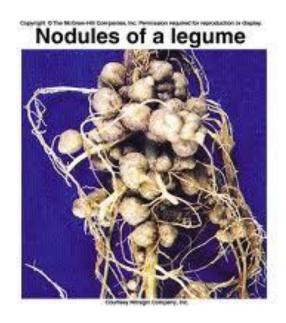
(problemas gastrointestinales)

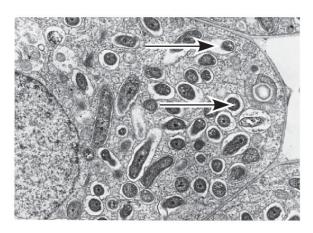
\*enterobacterias



#### Rhizobium

- Proteobacteria que fija nitrógeno atmosférico.
- Vive en simbiosis con determinadas plantas (como por ejemplo las leguminosas) en su raíz, a las que aportan el nitrógeno necesario para que la planta viva y esta a cambio le da cobijo.





Rhizobium (flechas) dentro de las células de la raíz de una leguminosa (TEM)

#### **Dominio Archaea**

- El dominio Archaea se basó originalmente en secuanciacion de rARN.
- Algunas son extremófilas (alta salinidad, altas temperaturas, extremos de pH y bajo oxígeno).
- Muchas no son extremófilas (ejemplos: en el suelo o en oceanos).
- Las arqueas son importantes en la tecnología: para producir biogás, como parte del proceso de depuración de agua, para producir.

#### Halobacterium

- Género de arqueaa de ambientes hipersalinos.
- Uno de los organismos que les da el color rosado-rojizo a salinas.
- Usos en industria de alimentos, bioremediacion e industrias farmaceuticas.





