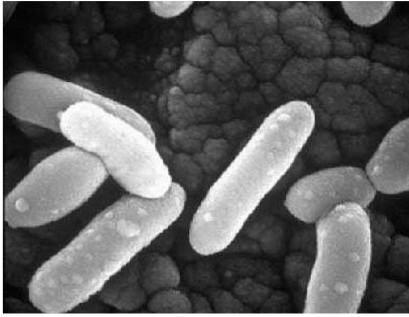


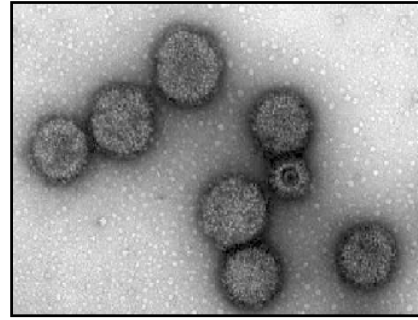
# Principales ramas de la microbiología

## Bacteriología



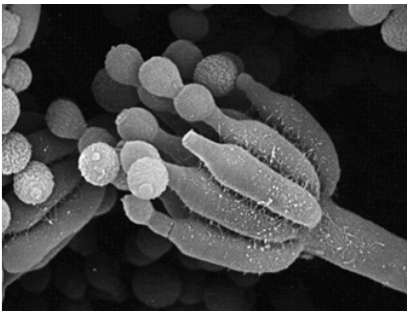
*E. coli*

## Virología



*Virus Influenza*

## Micología



*Penicillium*

## Parasitología



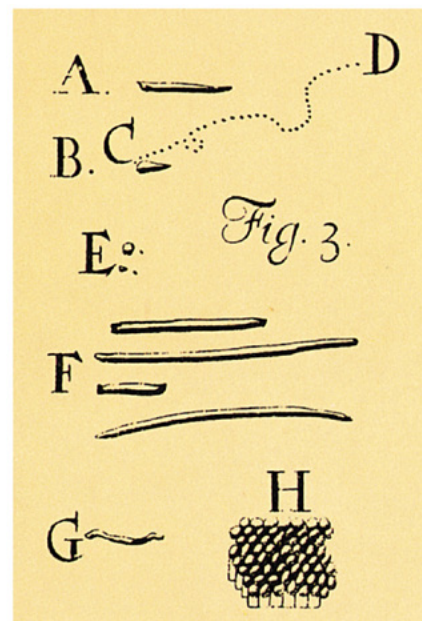
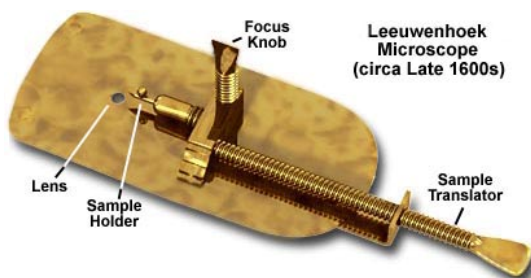
*Trypanosoma cruzi*

# Antecedentes Históricos de la Microbiología

Anton van Leeuwenhoek (1684):



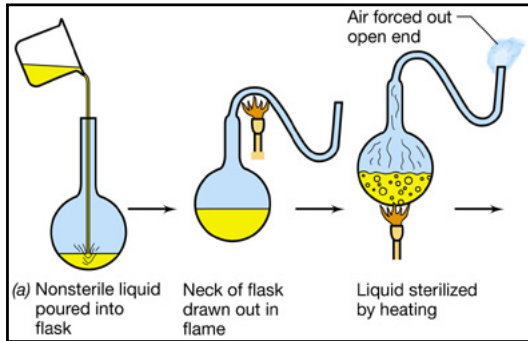
Microscopio de Leeuwenhoek



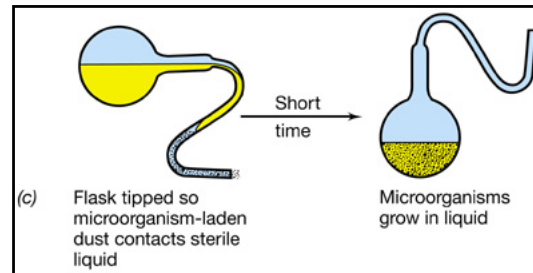
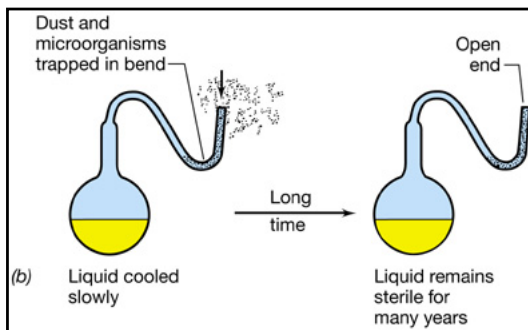
Dibujo original de los "animáculos" observados por Leeuwenhoek

# Antecedentes Históricos de la Microbiología

**Louis Pasteur (1864):** Destruyó la teoría de la generación espontánea (apoyada en los experimentos de John Needham [1745] y Lazzaro Spallanzani [1769])



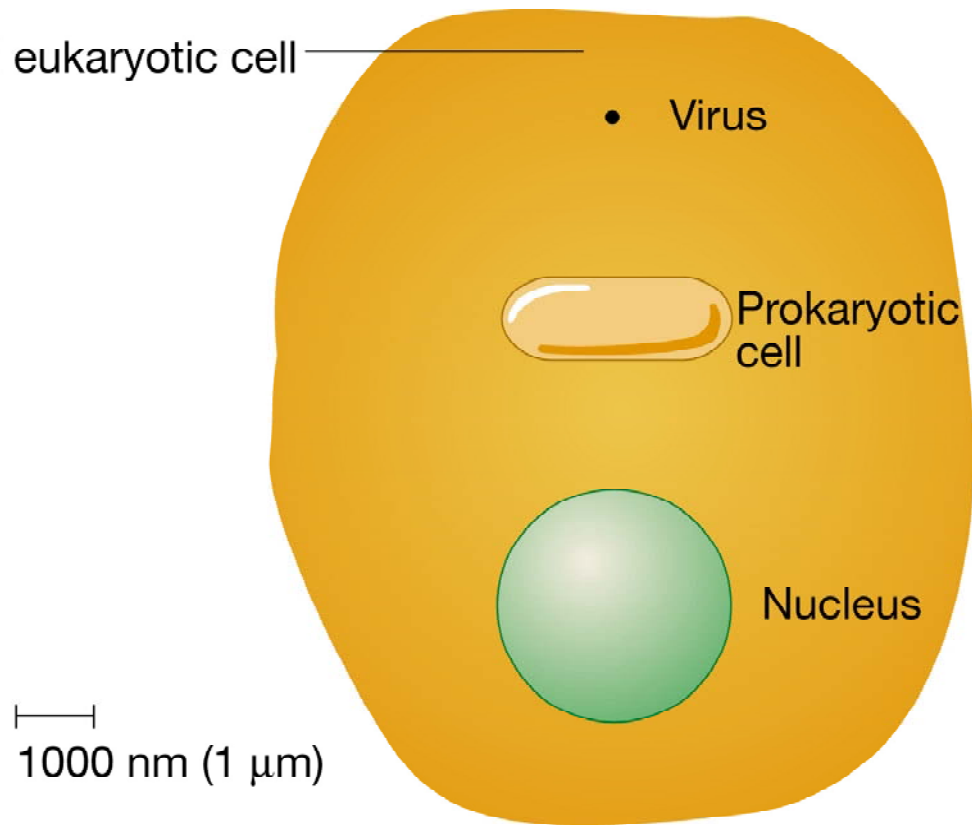
*El experimento de Pasteur*



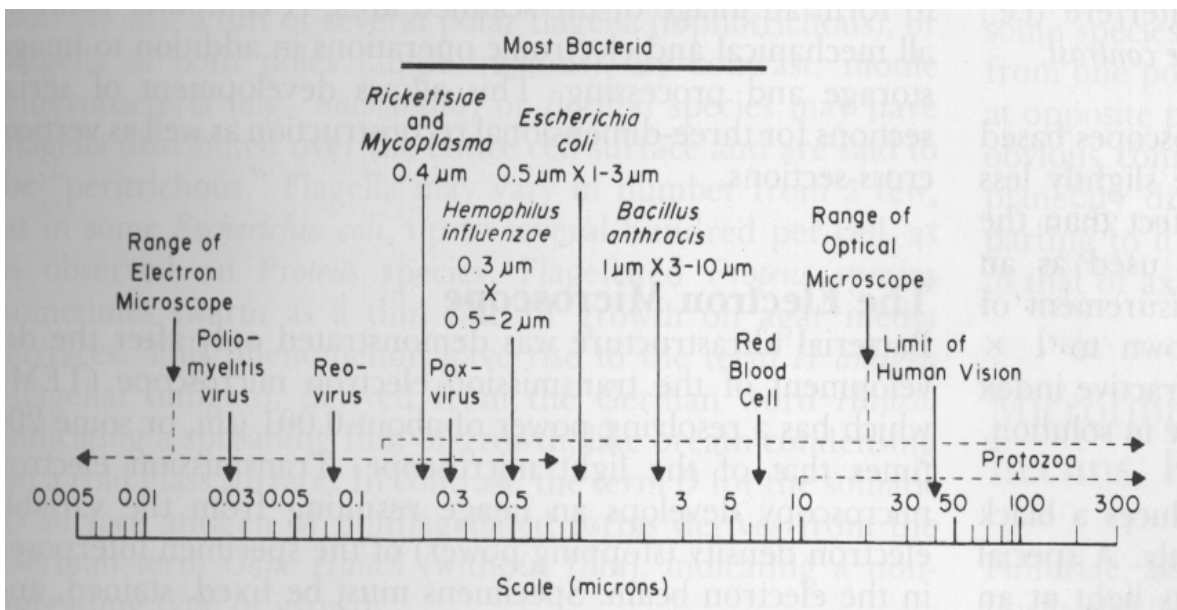
## IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA NATURALEZA Y PARA EL SER HUMANO

- Las bacterias participan en los ciclos de los elementos
- (Des)Contaminación microbiana de aguas (ambiente) y alimentos.
- Microorganismos útiles en biotecnología: biorremediación, biolixiviación, fermentaciones ...
- Microorganismos patógenos

Typical eukaryotic cell



## Métodos de estudio



# Microscopía

## Microscopía óptica

Campo claro (luz)  
Campo oscuro  
Fluorescencia, etc.

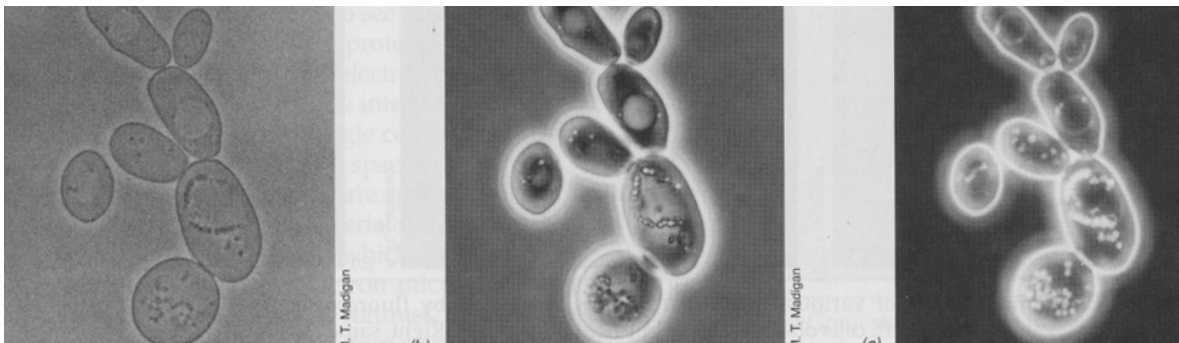
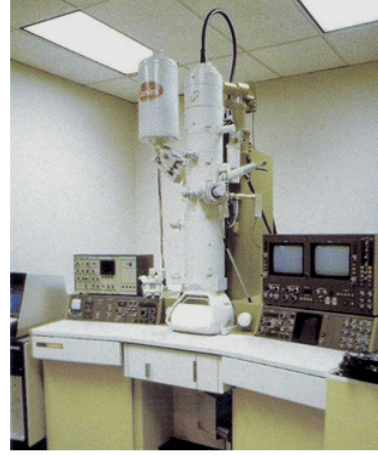
**Aumento efectivo:** 1.200 veces



## Microscopía electrónica

Transmisión (2D)  
Barrido (3D)

**Aumento efectivo:** 1.000.000 de veces



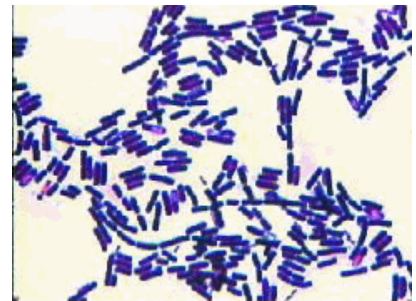
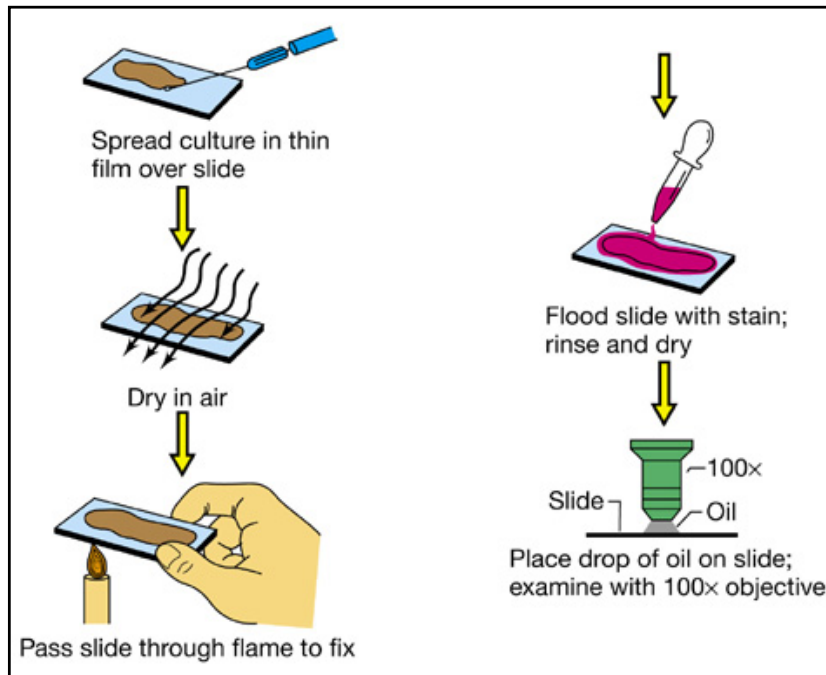
Brightfield

Phase-contrast

Darkfield

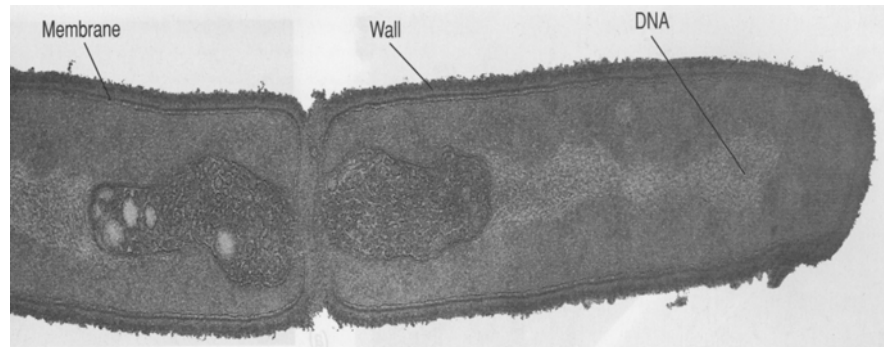
# Preparación de muestras para microscopía óptica

## Tinciones

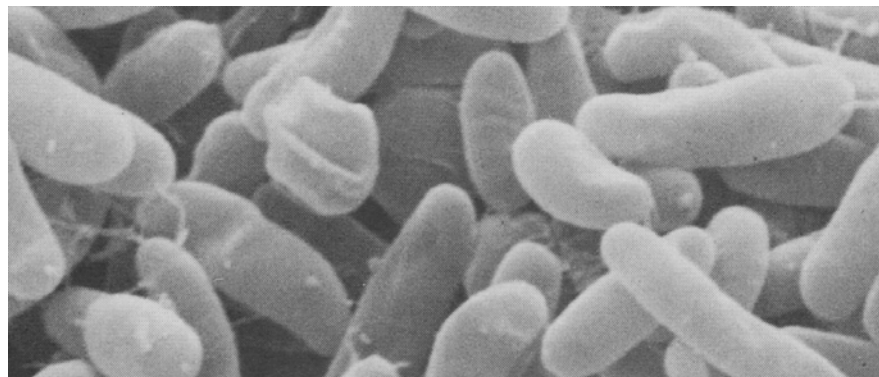


## Microscopía Electrónica

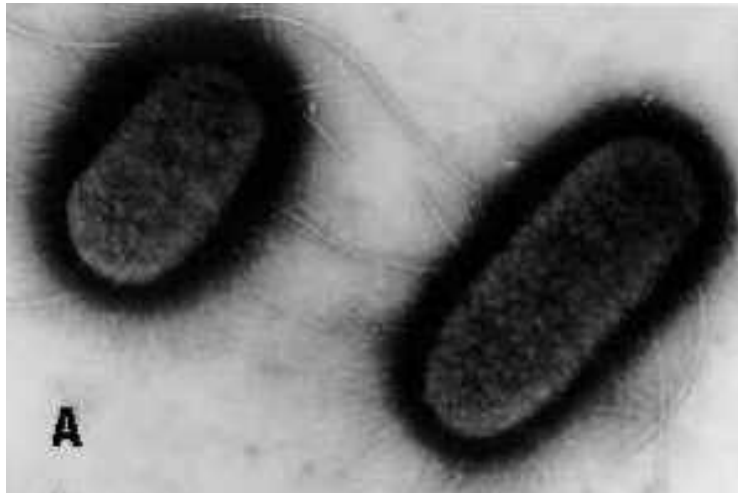
de Transmisión



de Barrido

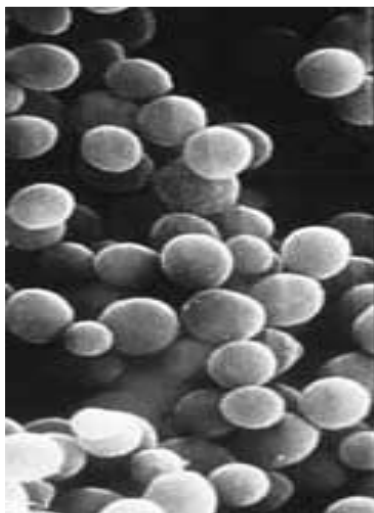


# Morfología bacteriana

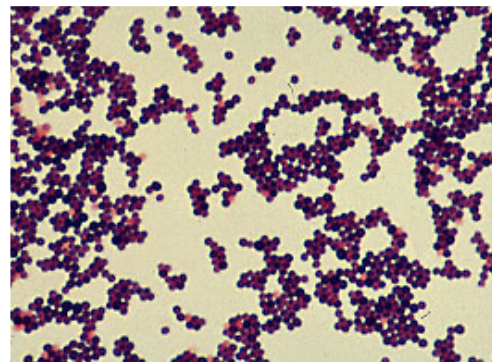


## Principales morfologías bacterianas

### Esférica (Cocos, cocáceas)



Microscopía electrónica  
de barrido



Microscopía óptica;  
tinción de Gram

*Staphylococcus aureus*

## Principales morfologías bacterianas

### Cilíndrica alargada (*Bacilos*)

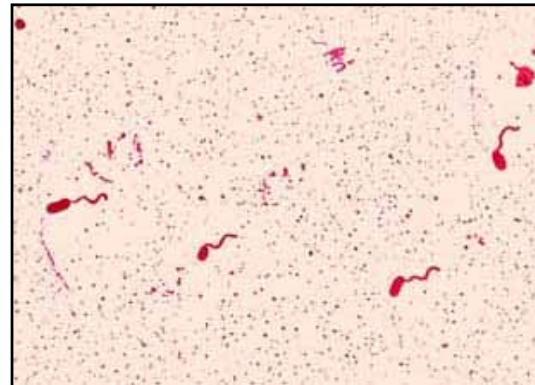
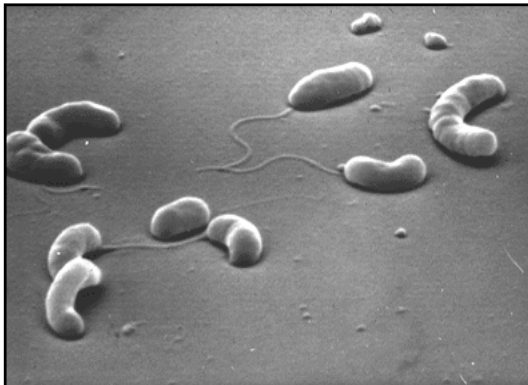
*Escherichia coli*



*Bacillus subtilis*

## Principales morfologías bacterianas

### Cilíndrica curva (*Bacilos curvos*)



*Vibrio cholera*

# Principales morfologías bacterianas

## Espiral (Espirilos, espiroquetas)



*Treponema pallidum*

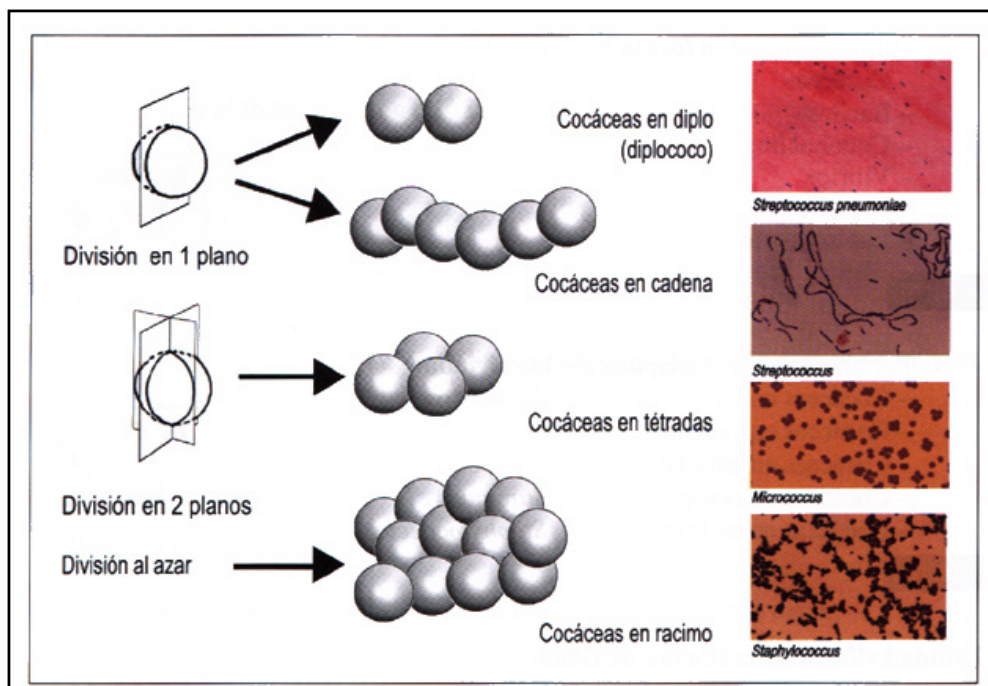
## Alargada (Filamentosas)



*Actinomyces israeli*

# Agrupaciones bacterianas

Planos de división celular definen la agrupación bacteriana

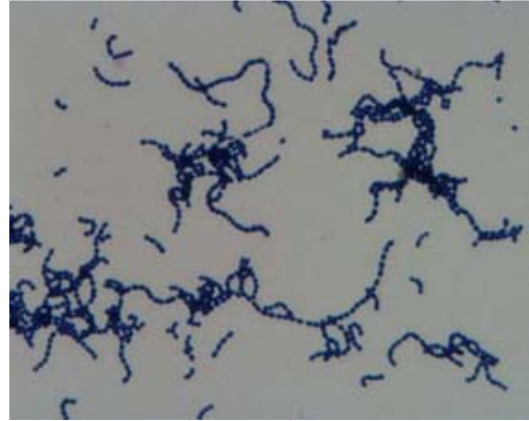
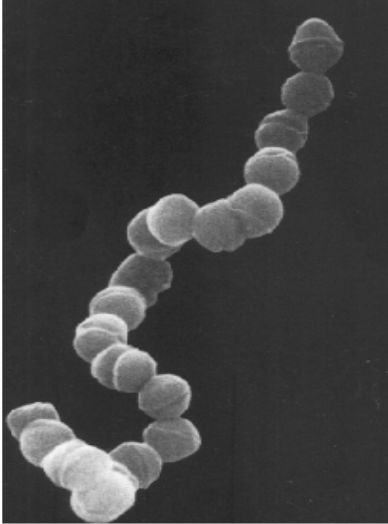




## Principales agrupaciones bacterianas

---

### Cadena (del griego: *Strepto*)

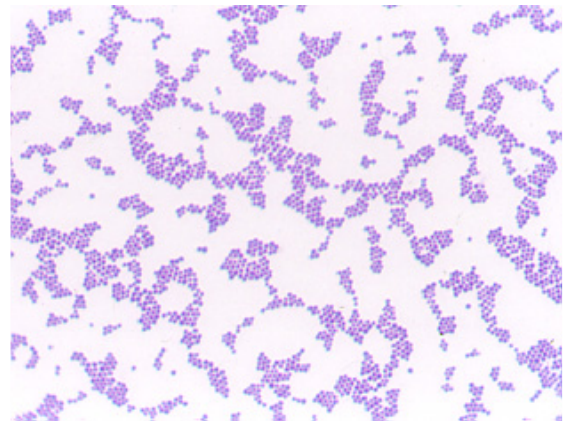
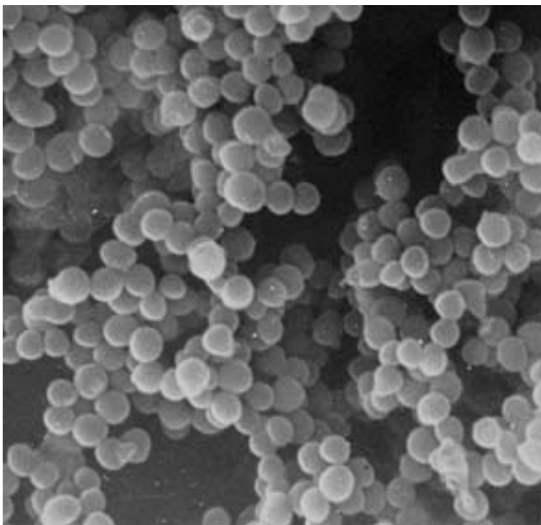


*Streptococcus pyogenes*

## Principales agrupaciones bacterianas

---

### Racimo (del griego: *Staphylo*)

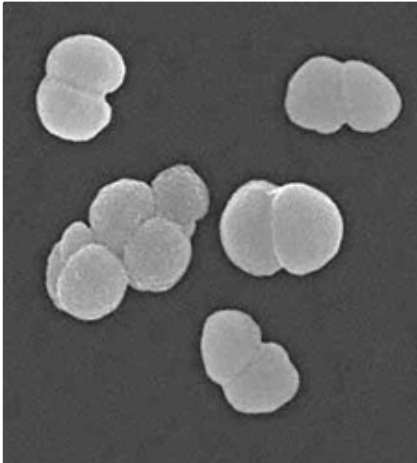


*Staphylococcus aureus*

# Principales agrupaciones bacterianas

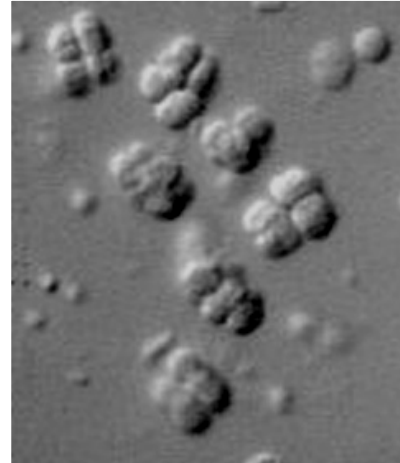
---

**Pares  
(Diplo)**



*Neisseria gonorrhoeae*

**Agrupaciones pequeñas y  
empacadas  
(Tétradas, octetos)**



*Sarcina lutea*

---

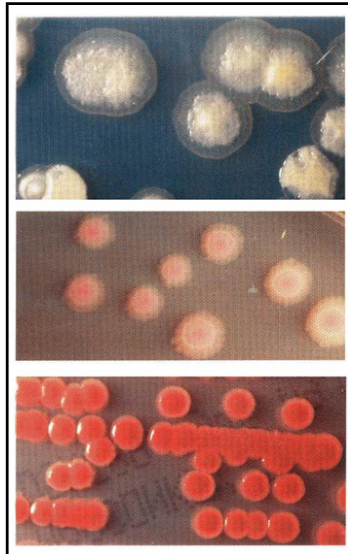
## Morfología macroscópica



















---



# Morfología macroscópica

## Morfología de colonias:



<b>Tamaño</b> Grande = mayor 1mm de diametro Medio = 1mm Pequeño = menos 1mm					
<b>Forma</b>					
					
Circular	Filamentosa	Irregular	Puntiforme	Rizoide	Ovalado
<b>Elevación</b>					
					
Plana	Elevada	Convexa	Redonda	Centro elevado	Umbilicada
<b>Margen (borde de la colonia)</b>					
					
Entera	Ondulada	Lobulada	Dentada	Filamentosa	Rizado
<b>Color</b> Blanco, Negro, Crema, Naranja, etc.					
<b>Apariencia de la superficie</b>					
Brillante	Suave	Granular			
Opaco	Rugosa	Cremosa			
<b>Densidad (capacidad de ver a través de la colonia)</b>					
Opaca	Transparente	Translúcida			
<b>Consistencia (observable al tomar una colonia con asa)</b>					
Cremosa	Viscosa	Friable	Membranosa		

## Clasificación e Identificación bacteriana

**Cultivo puro**



**Morfología de colonia y de tinción de Gram**



**Propiedades Bioquímicas**

Fermentación de glucosa  
Utilización de citrato  
Producción de H<sub>2</sub>S  
etc.



**Propiedades Antigénicas**

Reacciones serológicas  
(Anticuerpos específicos)  
Fagotipia



**Características de crecimiento**

Temperatura  
Aerobiosis  
Anaerobiosis  
Homogéneo  
etc.



**Técnicas de genética molecular**

Patrones de restricción  
PCR  
% G+C  
Comparación de secuencias  
(RNA ribosomal)

# Identificación y Taxonomía

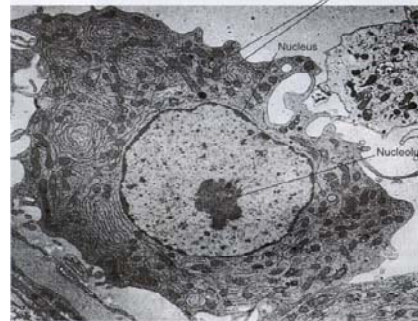
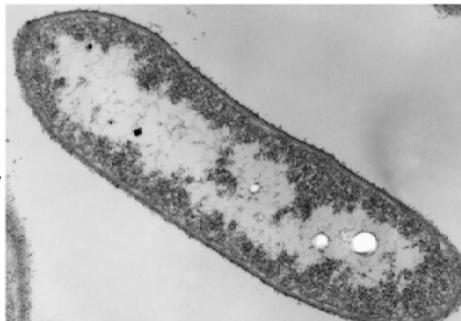
- La taxonomía se encarga de la clasificación, identificación and nomenclatura de los seres vivos
- Las bacterias se identifican y se les asigna un nombre que identifica género y especie (Se escribe en *itálica* o subrayado), por ejemplo, *Staphylococcus aureus* o Staphylococcus aureus.

Género: *Staphylococcus*

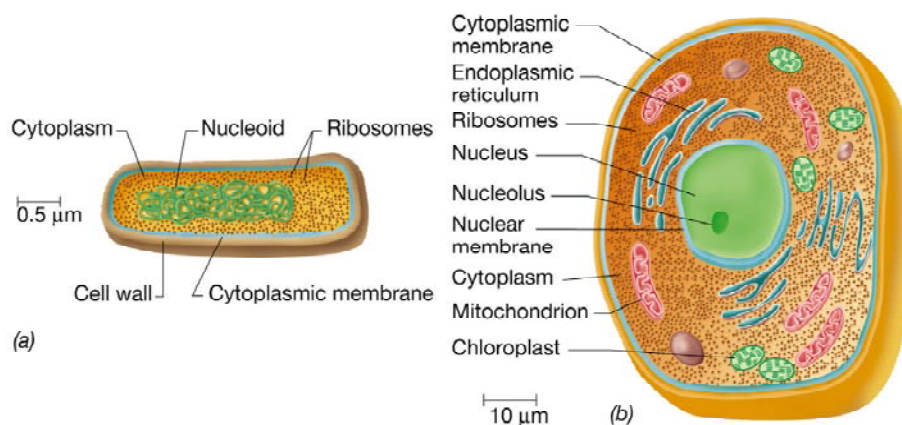
Especie: *Staphylococcus aureus*

## Clasificación de los Microorganismos: Procariotes y Eucariotes

Bacterias y  
Arqueas

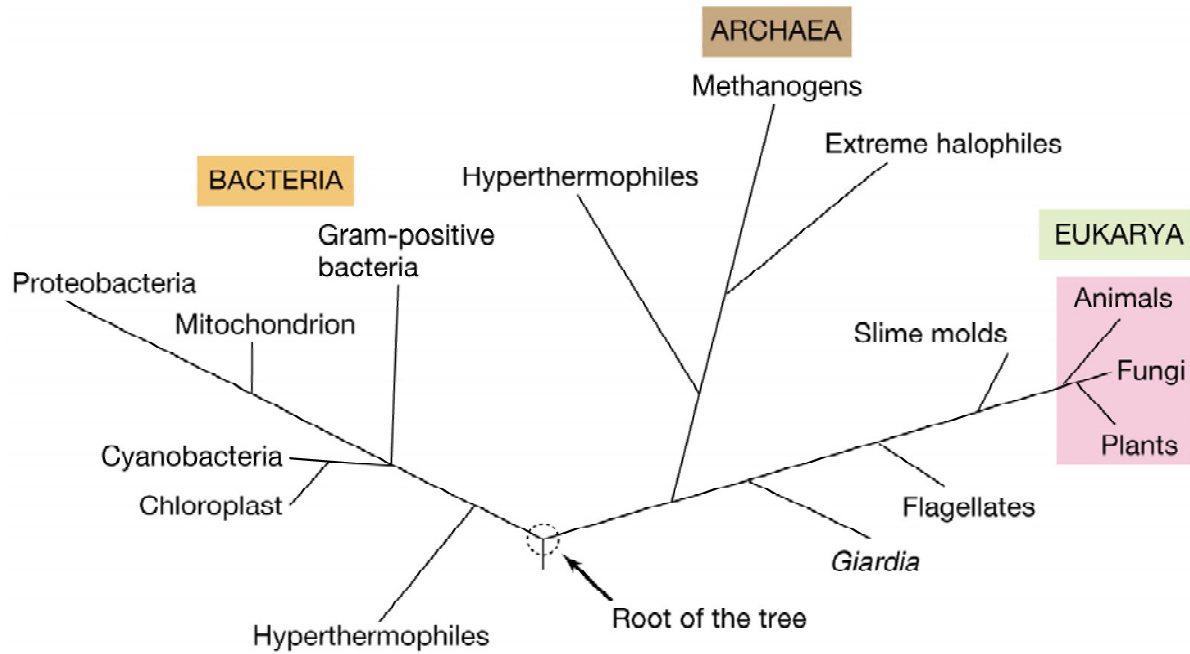


Hongos,  
(micro)algas,  
protozoos,  
plantas y  
animales

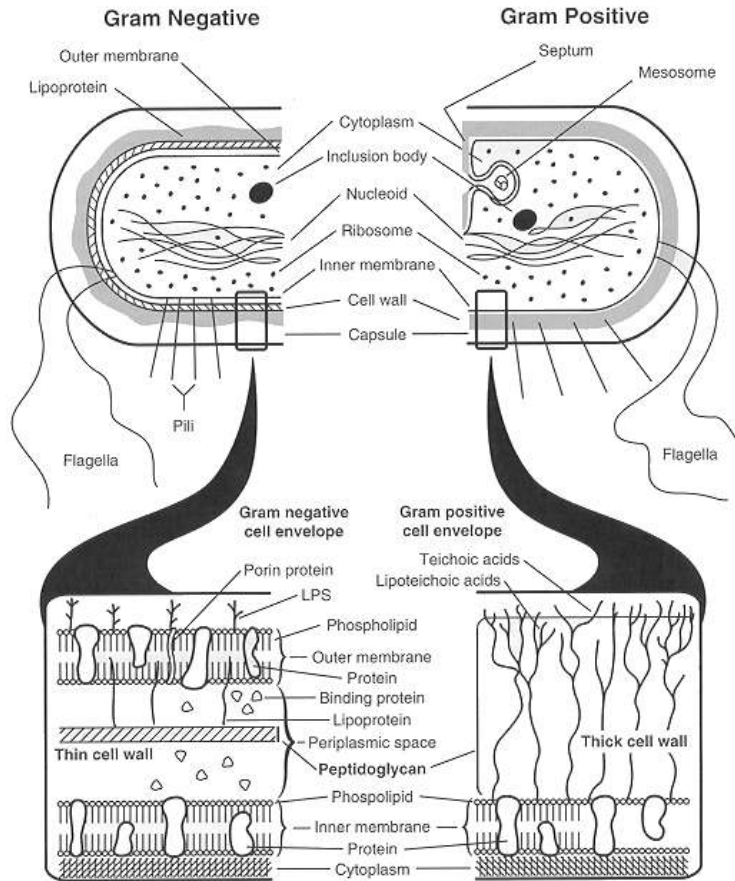


## Clasificación Filogenética

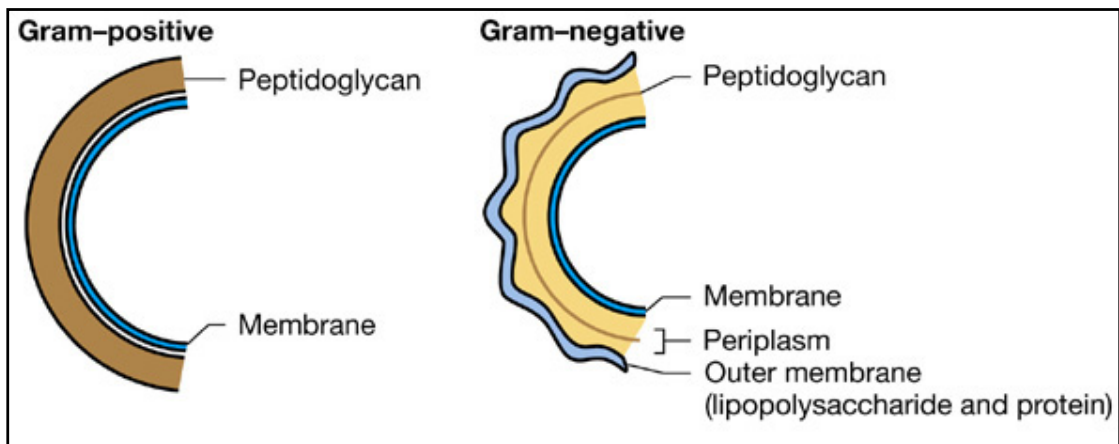
- Estudio recientes dividen a los seres vivos en tres dominios principales: *Bacteria*, *Archaea* and *Eukarya*. *Bacteria* and *Archaea* son procaríotes (células sin núcleo y otros organelos). *Eukarya* incluye a todos los eucariotes.



# Ultraestructura



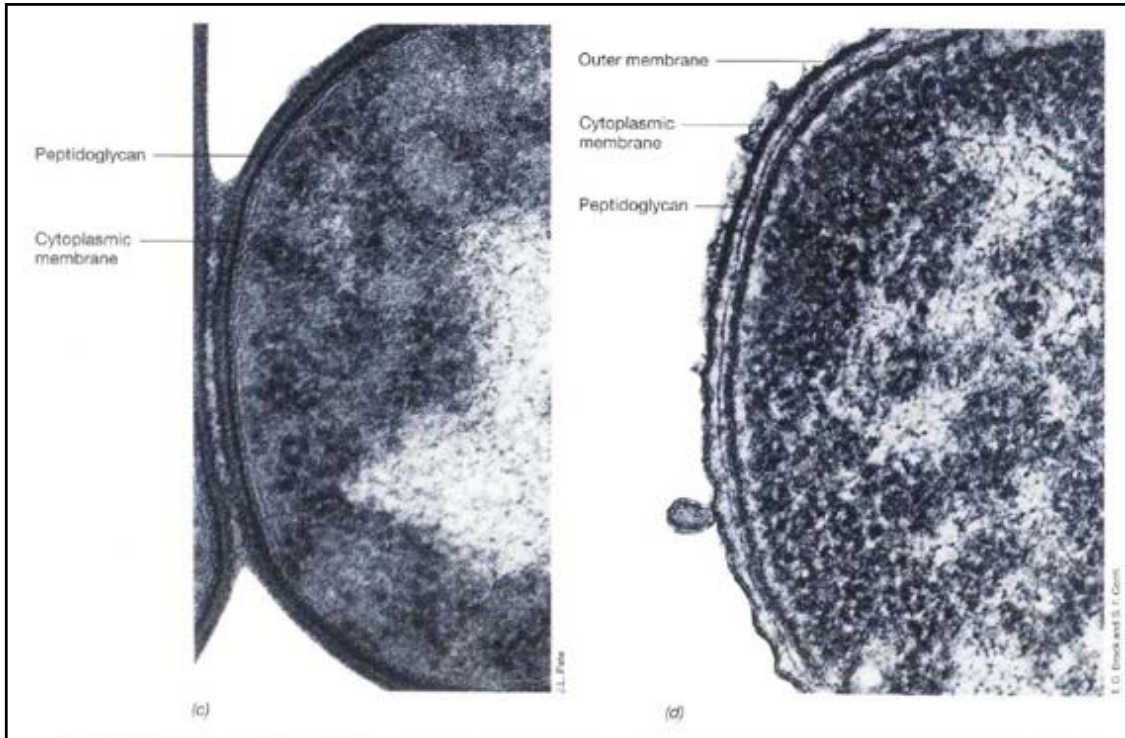
# Pared Celular



Estructura rígida más externa que la membrana citoplasmática. El principal constituyente de la pared celular es el peptidoglicán.

La función principal de la pared celular es mantener la forma y prevenir la lisis de la célula.

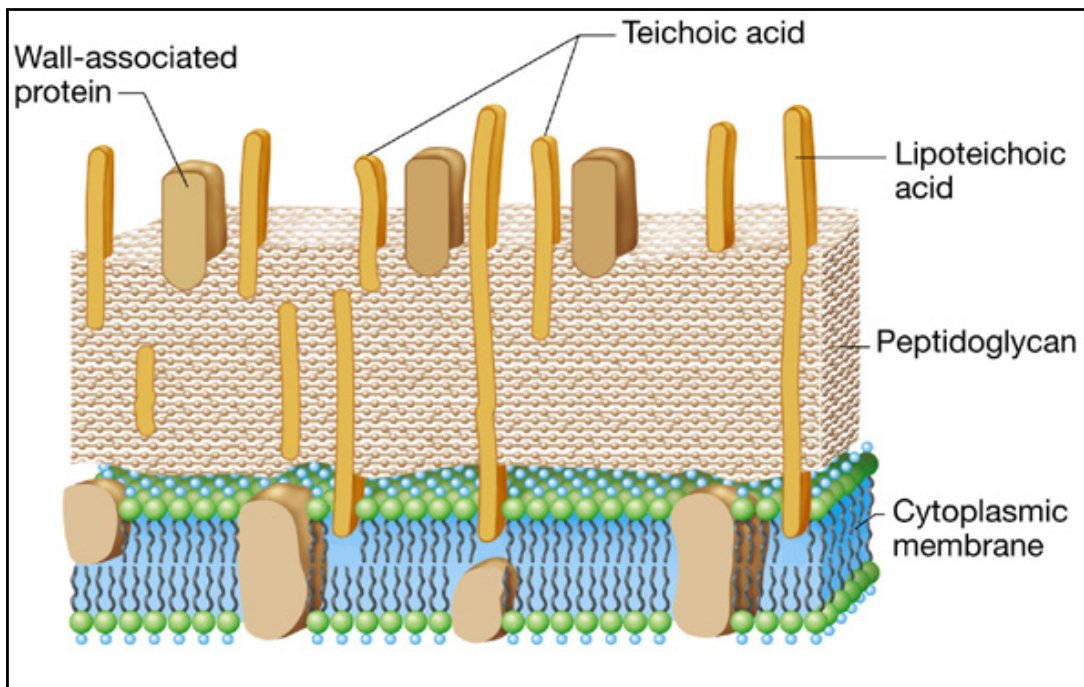
## Pared Celular. Gram (+) y Gram (-)



Bacterias Gram (+)

Bacterias Gram (-)

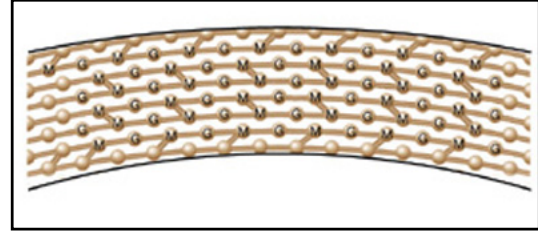
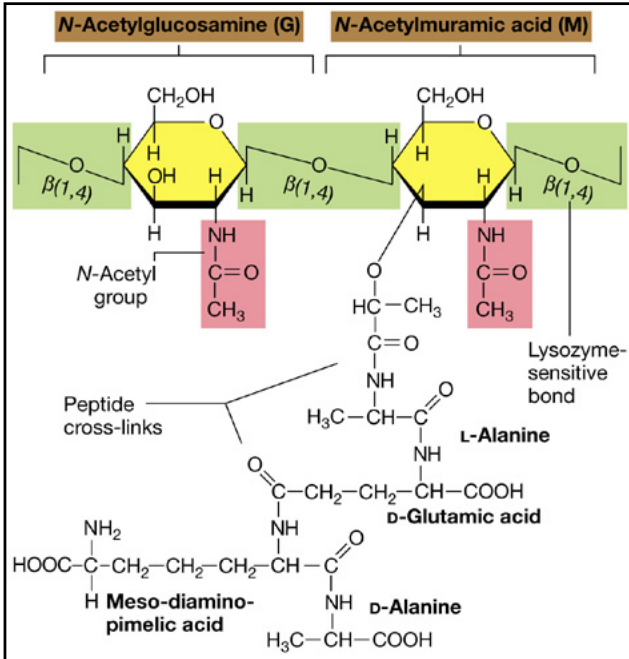
## Pared Celular. Gram positivos



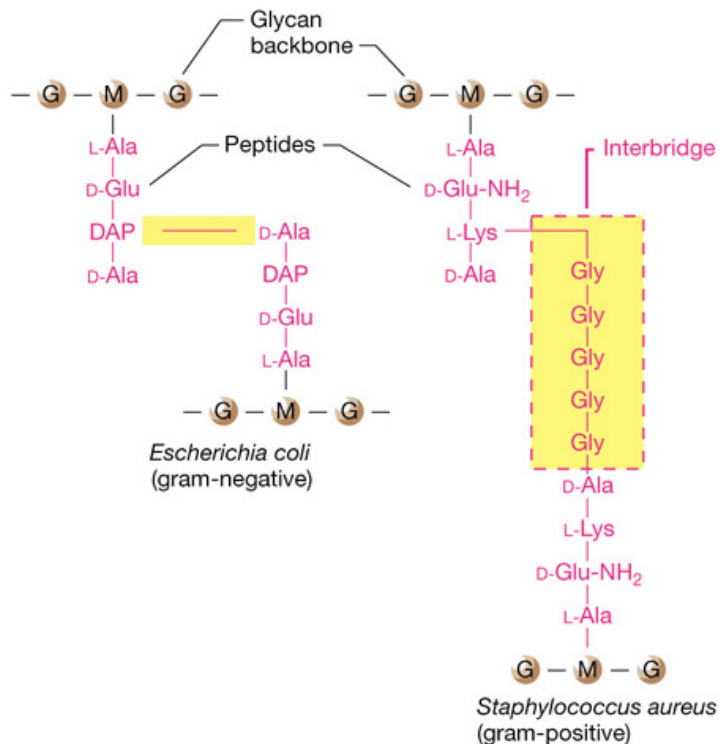
# Pared Celular. Gram positivos. Peptidoglicán

## Peptidoglicán (mureína):

“Capas de polisacáridos entrelazadas por puentes peptídicos”

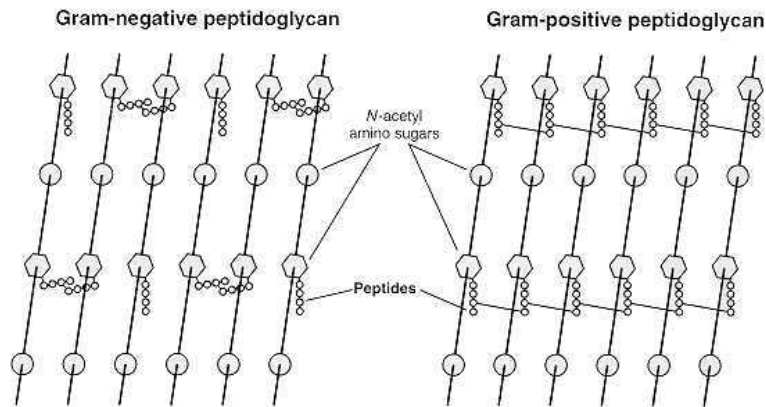


- Cadena polisacárida: N-acetil glucosamina (NaG) + ác. N-acetil murámico (NaM)
- Puentes: Tetrapéptidos (unido a NaM)

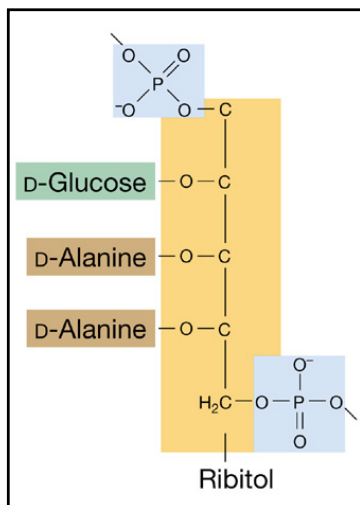


DAP: ác. Diamino pimélico





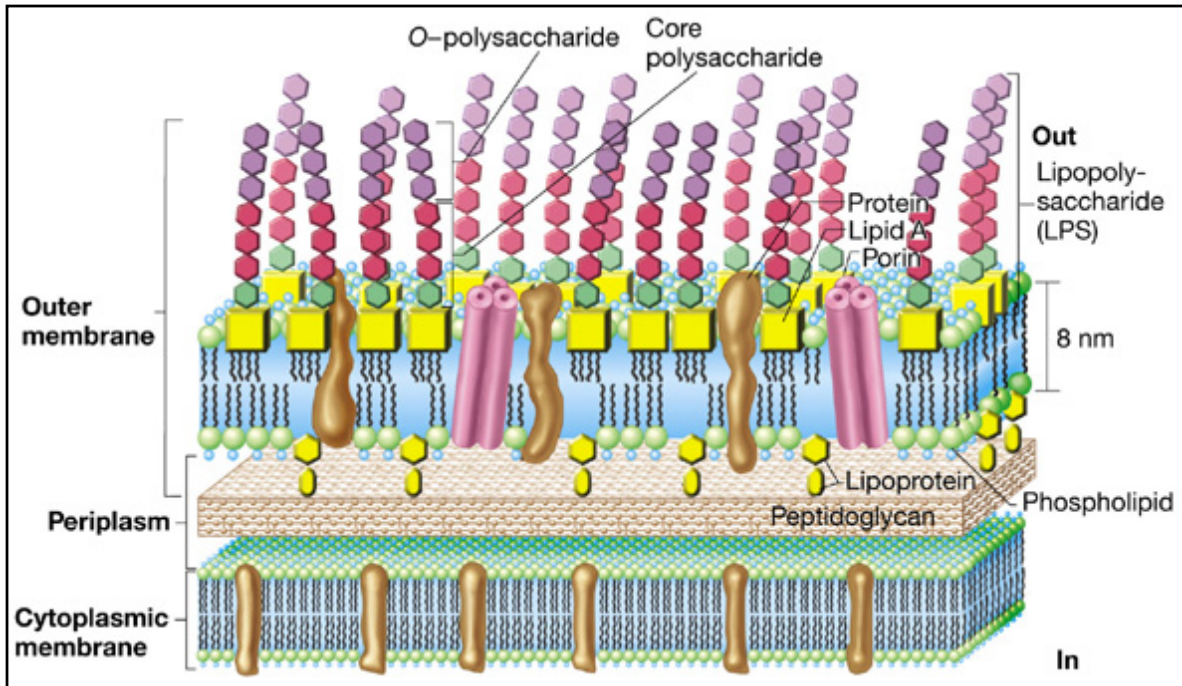
## Pared Celular. Gram positivos. Ac. Teicoicos



Estructura del Ribitol  
(Ac. Teicoico producido  
por *B. subtilis*)

- Polisacáridos acídicos
- Ac. Lipoteicoico:  
Polímero de Glicerol fosfato unido (*anclado*) a lípidos de membrana citoplasmática
- Ac. Teicoico:  
Polímero de Ribitol fosfato unido de manera covalente al peptidoglicán
- Funciones:
  - Estabilización del peptidoglicán
  - Adhesión celular (“Adhesina”)
  - Le dan la carga negativa a la envoltura bacteriana

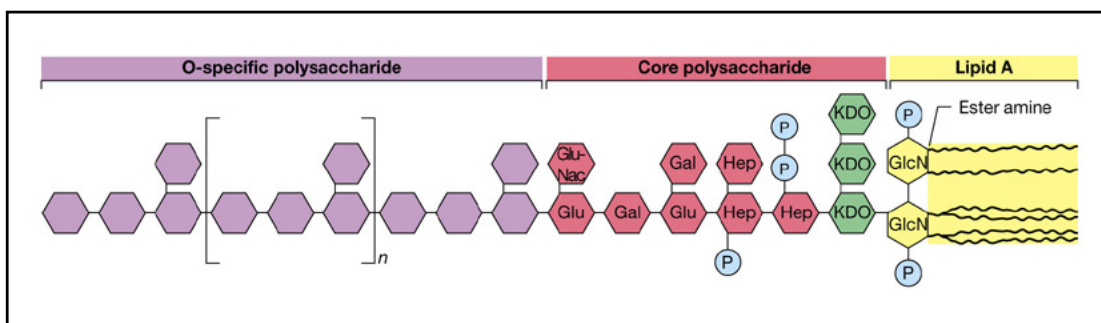
# Pared Celular. Gram negativos



## Pared Celular. Gram negativos. Lipopolisacáridos

### Lipopolisacárido (LPS):

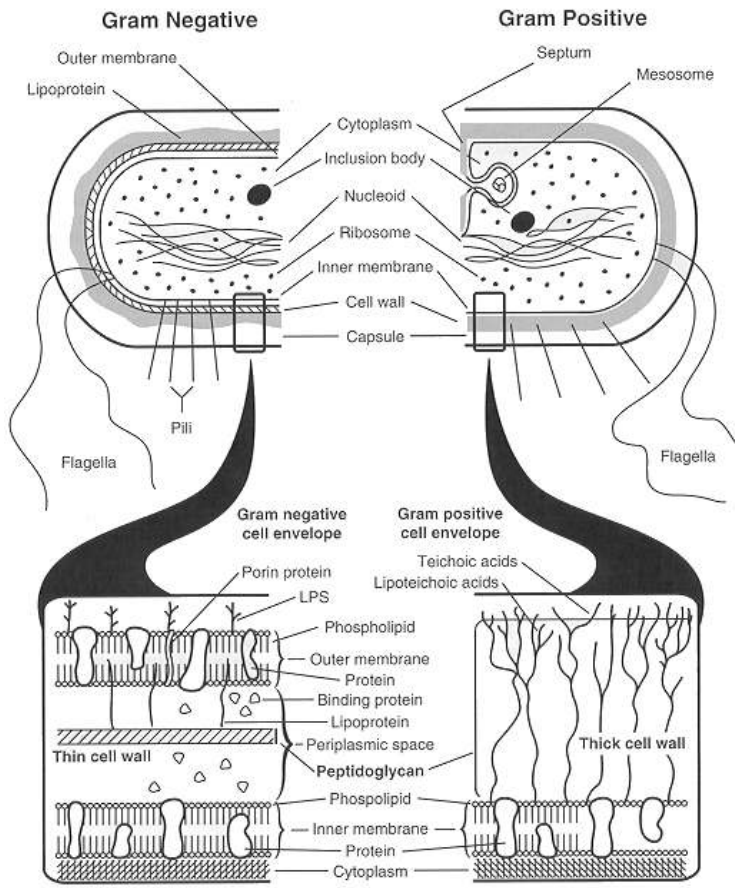
Molécula compuesta por una porción lipídica (Lípido A o “endotoxina”) anclada en la ME y unidades repetidas de un monómero compuesto por distintos hidratos de carbono (*Región altamente antigénica; antígeno O, antígeno Somático*). (Ej: *Escherichia* spp., *Salmonella* spp., *Shigella* spp. y *Klebsiella* spp.)



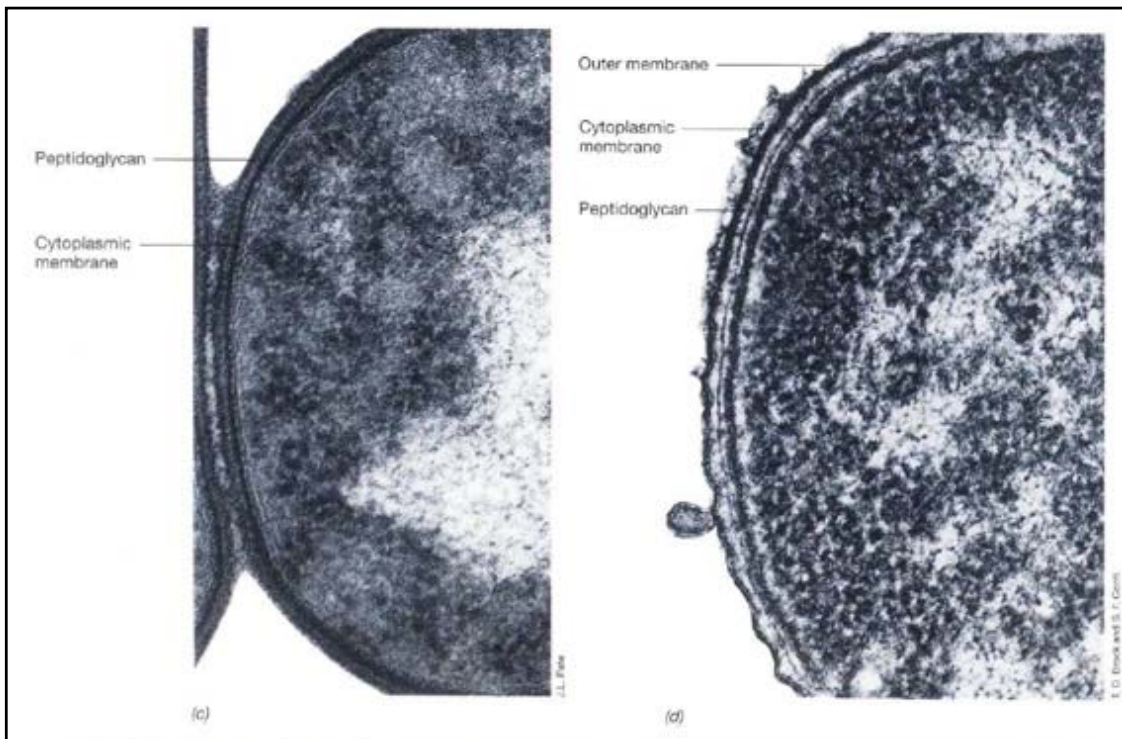
Unidad repetida de polisacárido  
(**Antígeno O**)

“Core”

**ENDOTOXINA !!!**



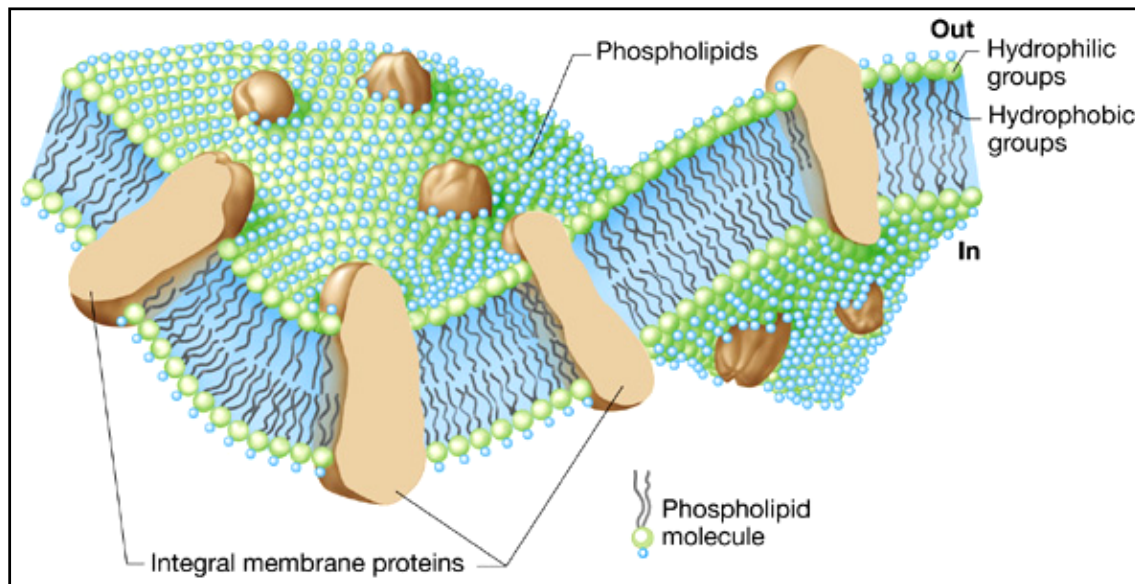
## Pared Celular. Gram (+) y Gram (-)



Bacterias Gram (+)

Bacterias Gram (-)

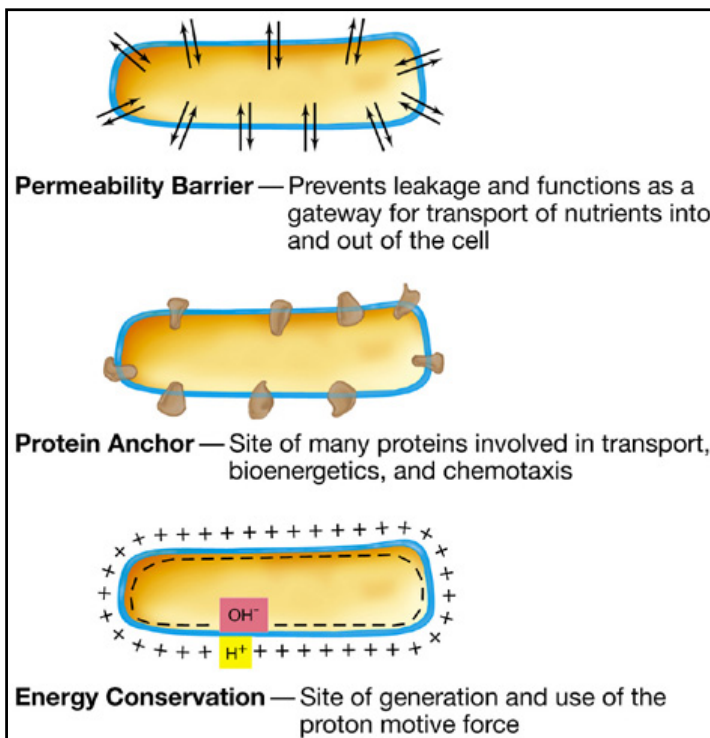
# Membrana citoplasmática



*“Modelo mosaico fluido”*

Singer y Nicholson, 1972

## Principales funciones de la membrana citoplasmática



### Barrera de permeabilidad

Separa el medio interno y externo  
Permeabilidad selectiva a solutos

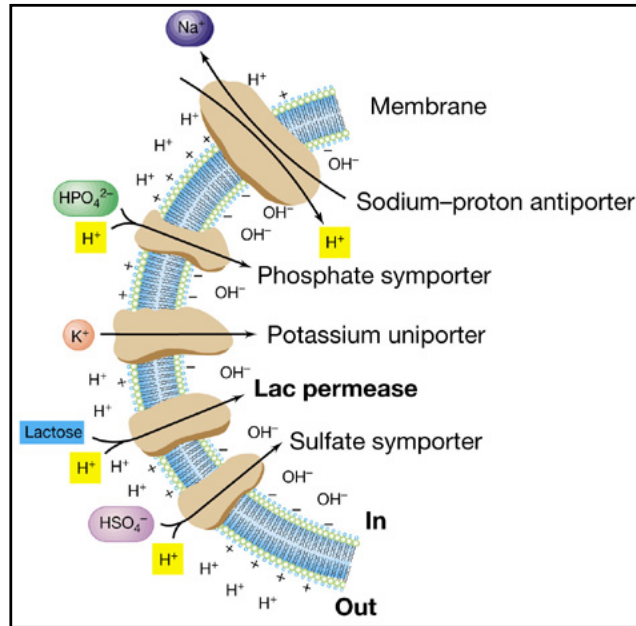
### Rol estructural

Síntesis y transporte de macromoléculas  
Señalización al medio intracelular  
Quimiotaxis

### Generación de energía

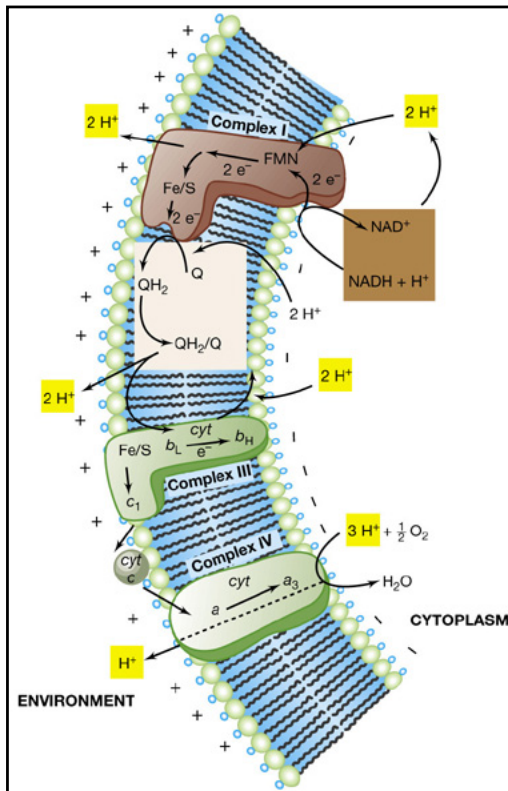
Gradientes de iones  
Síntesis de ATP

# Funciones de la membrana citoplasmática. Transporte de solutos

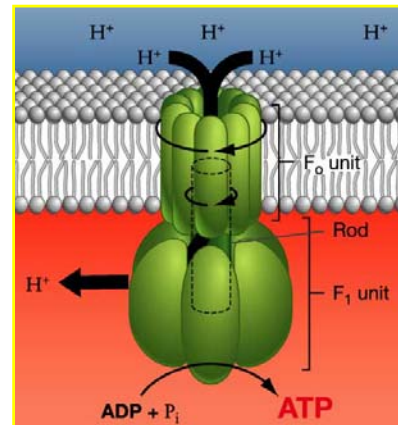


En la membrana citoplasmática se encuentran múltiples proteínas responsables del transporte selectivo de solutos

# Funciones de la membrana citoplasmática. Obtención de Energía



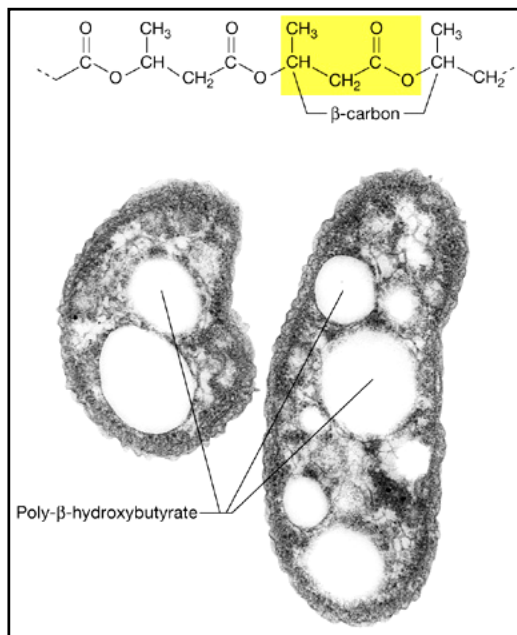
- Generación de potenciales de membrana  
(bombeo de iones  $H^+$ ,  $Na^+$ , etc.)
- Reacciones de óxido/reducción
  - Síntesis de ATP
  - Fotosíntesis\*



# Citoplasma

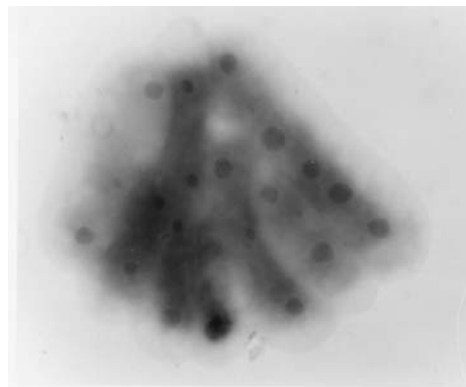
- En el citoplasma residen:
  - Cromosoma (nucleoide).
  - Ribosomas.
  - Inclusiones (cuerpos de inclusión).

## Cuerpos de Inclusión (Gránulos)



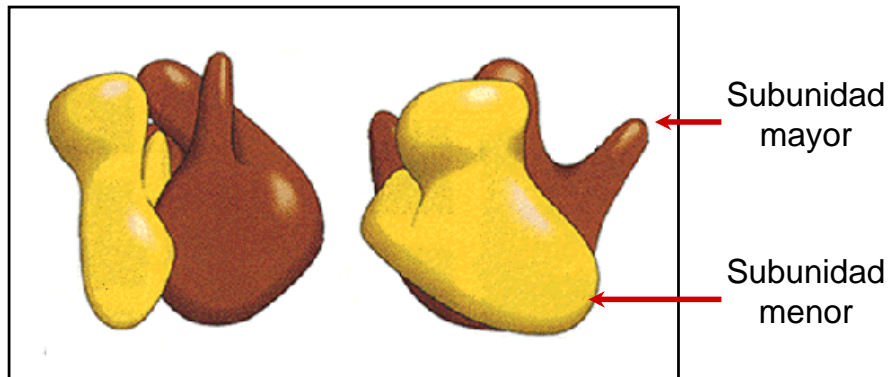
Gránulos de PHB en  
*Rhodovibrio sodomensis*

- **Depósitos de diversos metabolitos primarios y secundarios**  
(Ej.: *Glicógeno, polihidroxitirato PHB, polifosfatos, etc.*)
- **Gránulos o corpúsculos densos**  
(*muy compactos*)
- **Generalmente, material poco soluble o insoluble**



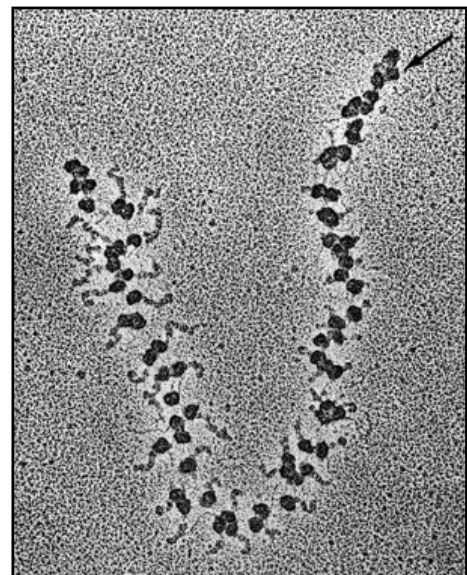
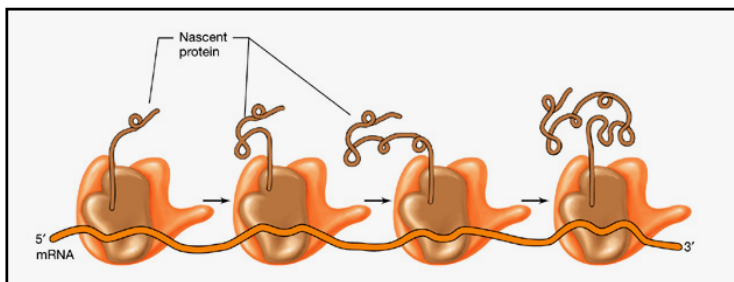
# Ribosomas

- Partícula ribonucleoproteica 70S (*RNA + Proteínas*)
- Compuesta por 2 subunidades de distinto peso
  - 50S (*subunidad mayor: 31 prots. + rRNA 23S + rRNA 5S*)
  - 30S (*subunidad menor: 21 prots. + rRNA 16S*)
- Presente en miles de copias en el citoplasma bacteriano (*Aspecto granular del citoplasma...*)
- Responsable de la síntesis proteica



# Ribosomas

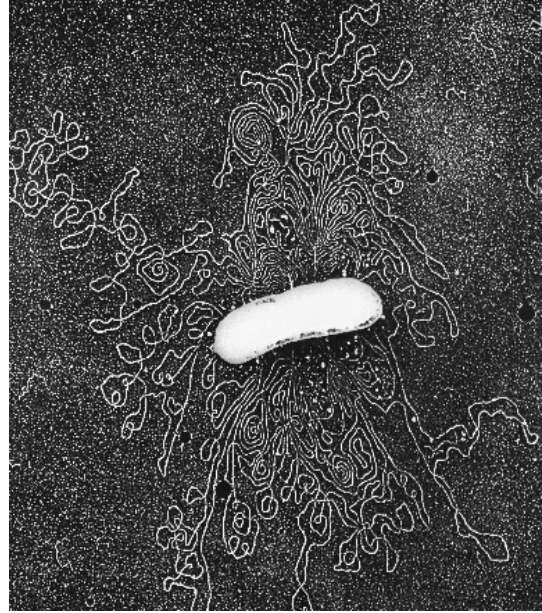
## Ribosomas: Síntesis proteica



**Polisoma**  
(*Collar de perlas*)

## Genoma Bacteriano: Nucleoide

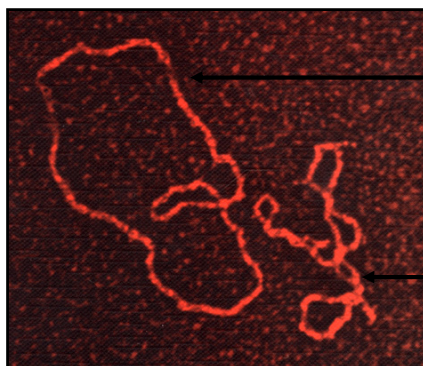
- Replicación autónoma (*Ori* y *Ter* de replicación)
- Generalmente, formado por DNA circular de doble hebra (*sobreenrollado*)
- Existe como una megamolécula desoxirribonucleoproteica (*DNA+proteínas*) no envuelta por membranas
- Tamaño variable (*H. influenzae* ~0,8 Mb; *E. coli* ~ 4,5 Mb; *Pseudomonas* ~ 8 Mb; etc.)
- Generalmente un cromosoma (*Existen bacterias con 3, 4 y hasta 5 cromosomas*)



DNA liberado desde una bacteria  
(*E. coli*)  
Longitud: 1 mm

## Genoma Bacteriano: Plasmidios

- Replicones autónomos (*se replican de manera independiente al cromosoma bacteriano*)
- DNA circular de doble hebra (*sobreenrollado*)
- Tamaño variable (*menor que el cromosoma*)
- Número de copias variables (*1 a >100*)
- Capacidad de transferencia lateral (*conjugación, etc.*)
- Contienen genes no esenciales, que aportan una ventaja adaptativa (*resistencias a antibióticos y metales pesados, rutas metabólicas, toxinas y factores de virulencia*)



Plasmidio relajado

Plasmidio sobreenrollado



# Componentes Externos

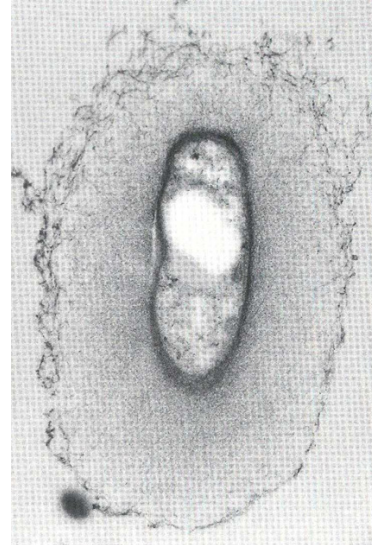
**Exopolisacáridos (*Glicocálix*):** Capa o cubierta de polisacáridos que se dispone por fuera de la pared celular de bacterias Gram (+) y Gram (-)

## Cápsula

- Unión firme a la bacteria (estructura rígida y compacta).
- Importante en patogenicidad (Ag K)
- Inhibe la Fagocitosis
- Facilita la adherencia a superficies inertes

## Capa mucoide (“slime”)

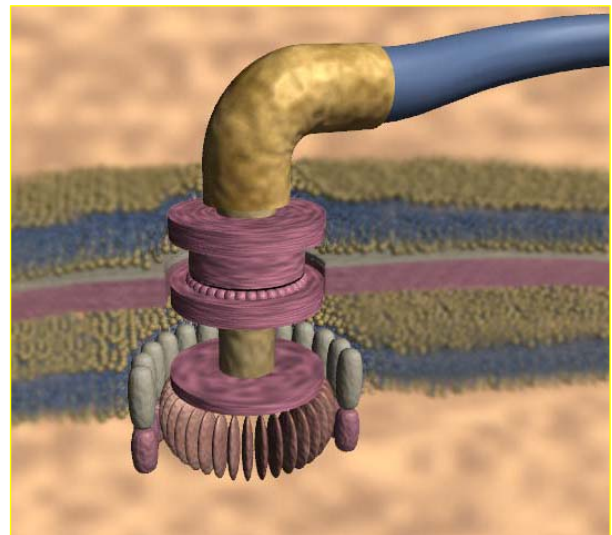
- Unión débil a la bacteria
- No tiene una organización determinada
- Participa en la formación de biopelículas
- Protege de la acción del complemento, anticuerpos y antimicrobianos.

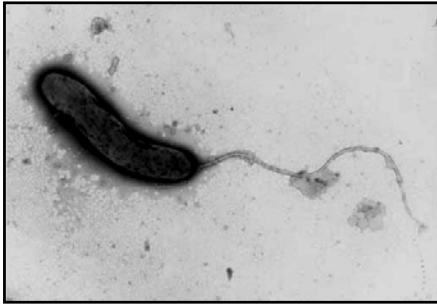


Microfotografía de cápsula (*Klebsiella pneumoniae*)

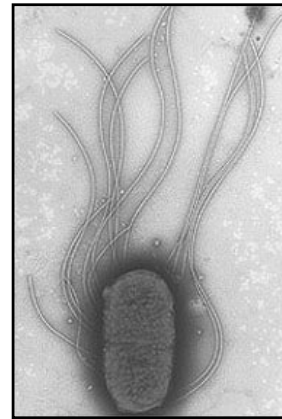
# Apéndices proteicos: El Flagelo

- Estructuras semejantes a pelos (filamentos helicoidales) formados por polímeros de flagelina.
- Anclado a maquinaria rotatoria presente en la membrana citoplasmática (“cuerpo basal”) a través de una estructura de gancho (“hook”)
- Organelo responsable de la movilidad bacteriana (*consumo de energía*)
- Interviene en la patogenicidad de ciertas especies (Ej: *Helicobacter pylori*, *Pseudomonas spp.*)
- Su carácter proteico le brinda propiedades altamente antigénicas (antígeno H o flagelar)





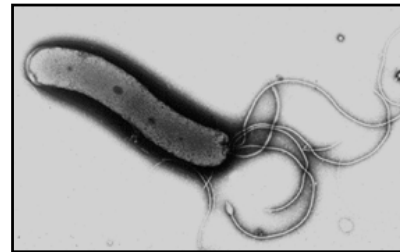
Flagelo monótrico (polar)  
*Vibrio cholerae*



Flagelo períttrico  
*Salmonella enteritidis*



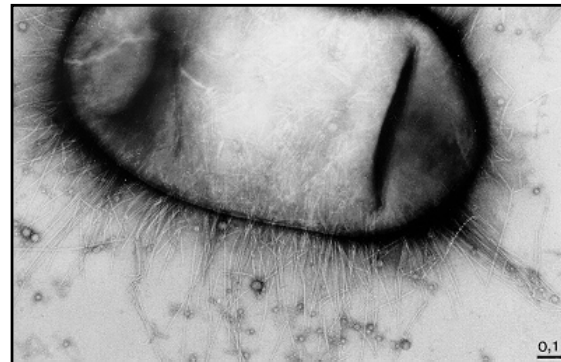
Flagelo anfíttrico  
*Spirillum sp.*



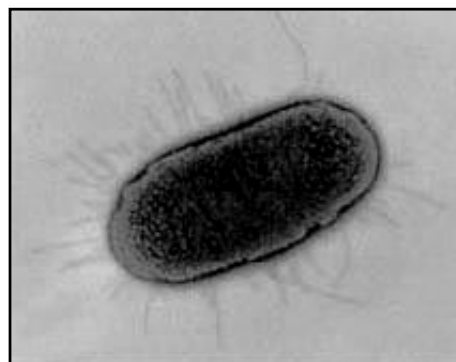
Flagelo lofótrico  
*Helicobacter pylori*

## Apéndices proteicos: Fimbrias

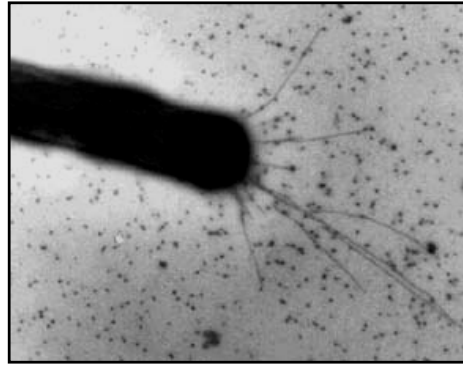
- Pequeños apéndices o microfibrillas de naturaleza proteica (*Pilina*).
- Papel en adherencia específica (*con bacterias y células eucariontes*)



Fimbrias

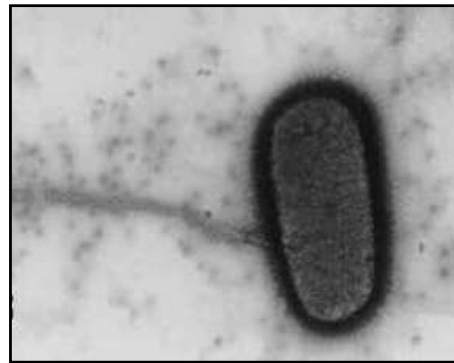


Apéndices proteicos:  
Pilus (Pili)

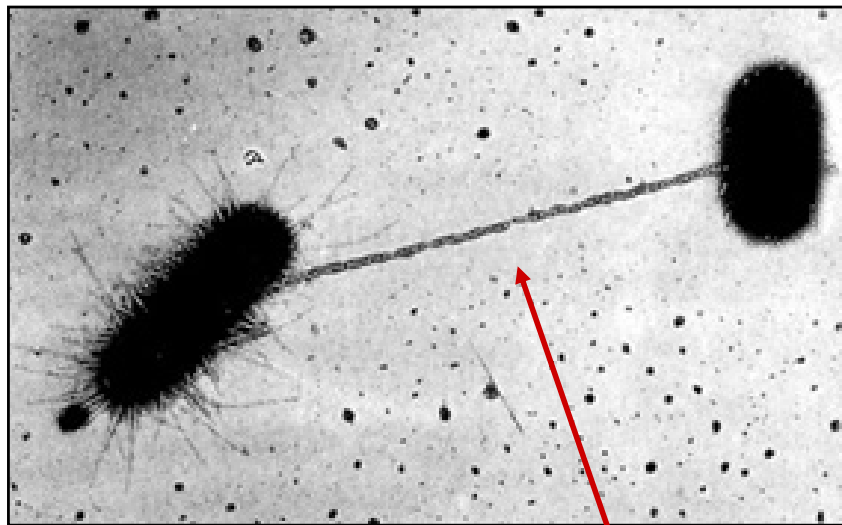


Pilus (Pili)

- Apéndice retráctil de mayor longitud.
- Polímero de proteína retráctil (*Pilina*)
- Intervienen en el proceso de conjugación (*Intercambio de material genético entre bacterias*)



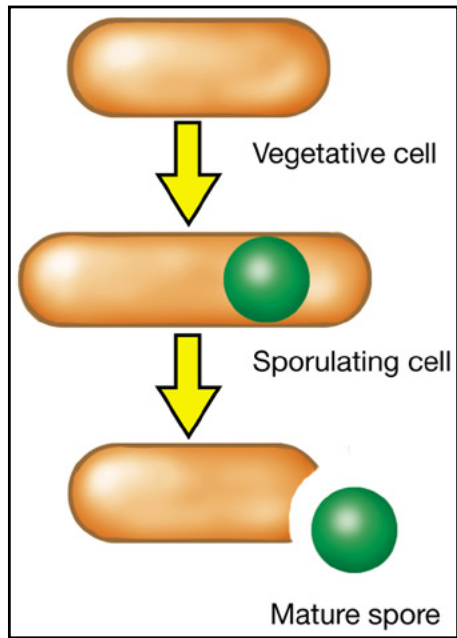
Bacterias en conjugación



Fimbrias

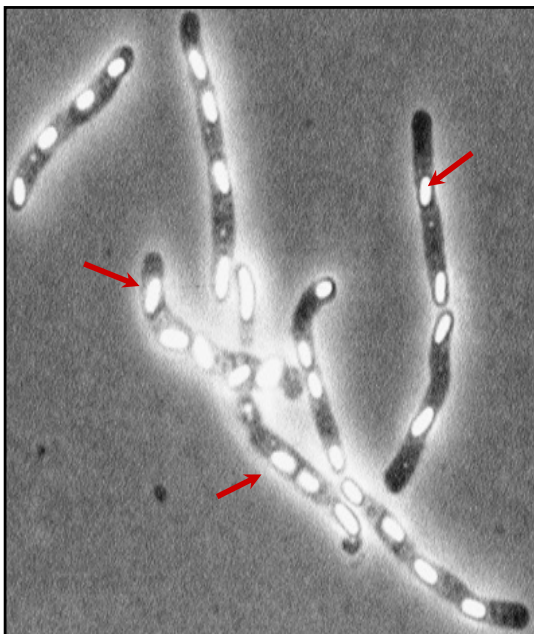
Pilus

# Esporas



- Se describen sólo en dos géneros bacterianos importantes para el ser humano:  
*Clostridium* y *Bacillus*
- Las esporas se originan dentro de la célula  
(Proceso de diferenciación celular)
- Estructura compuesta fundamentalmente por DNA bacteriano muy compactado
- Función: resistencia al calor, desecación, radiación, etc.
- Viable por cientos de años

# Esporas



**Bacilo esporulado**

**Endoespora**

