

ESCUELA DE VERANO  
CURSO: MICROBIOLOGÍA PARA CIENCIAS DE LA SALUD

## MORFOLOGÍA BACTERIANA

1. Formas y agrupaciones de la célula bacteriana. Estructuras que la envuelven.

Prof. Marta K. Gajardo Ramírez  
Prof. Asociada  
Área de Microbiología  
Dpto. Patología y medicina Oral  
[mgajardo@u.uchile.cl](mailto:mgajardo@u.uchile.cl)

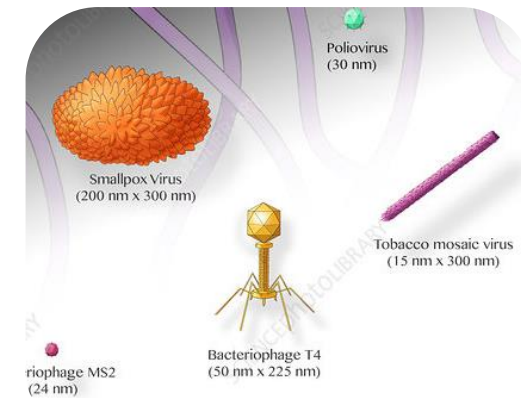
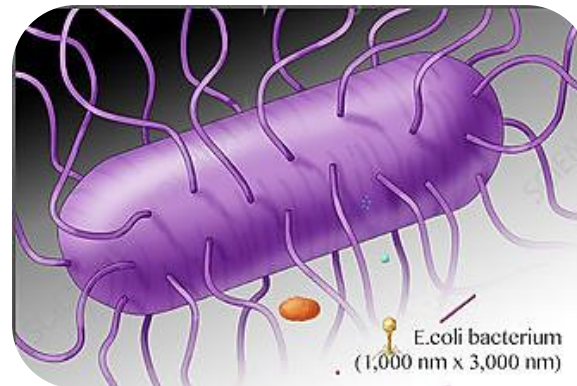
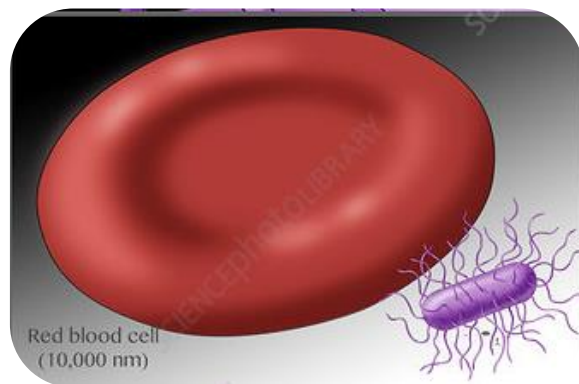
# MORFOLOGÍA DE LA CÉLULA BACTERIANA

- La evidencia científica actual indica que la forma bacteriana está determinada por morfogenes específicos de Género que determinan y mantienen, junto con la pared celular, una forma particular.
- También influirían variables propias de los ambientes en que viven, por lo que se dice que la forma evolucionó según el estilo de vida propio de cada especie bacteriana.
- Por ser heredables, **forma y tamaño**, además de **la agrupación celular**, se utilizan como descriptores clásicos que orientan la identificación de una especie bacteriana.
- En microbiología médica, el paso inicial del diagnóstico microbiológico convencional se basa en la observación microscópica de frotis de una muestra teñidos con la Tinción de Gram, la que permite conocer la forma, agrupación y reacción al Gram, del o los tipos bacterianos presentes en la muestra.

# TAMAÑO RELATIVO DE BACTERIAS

En promedio, el diámetro de bacterias esféricas o cocáceas fluctúa entre 0.5 y 2  $\mu\text{m}$ . En formas bacilares o cilíndricas, el diámetro es de 0.2 a 1  $\mu\text{m}$  y el largo oscila entre 1.0 y 10  $\mu\text{m}$ .

(un micrón es la milésima parte de un milímetro, por lo tanto son invisibles al ojo desnudo y se pueden observar sólo con la ayuda de un microscopio. 1 nm es la milésima parte de 1  $\mu\text{m}$ ).



(Esquemas obtenidos de: <https://www.sciencephoto.com/media/931132/view/virus-size-comparison>)

# FORMAS BACTERIANAS

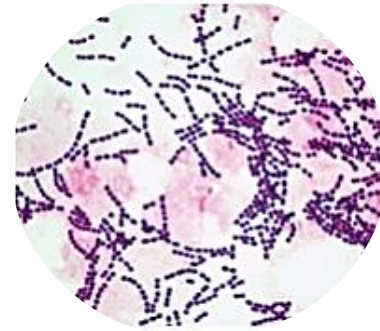
Hay gran diversidad de formas y tamaños, sin embargo se pueden agrupar en tres formas básicas:

## Esféricas o cocáceas

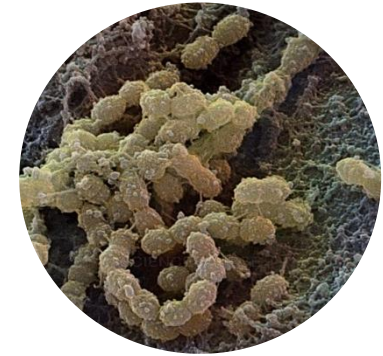


Cocci - coccus

## Microscopía óptica



## Microscopía electrónica de barrido - SEM



## Cilíndricas o bacilares



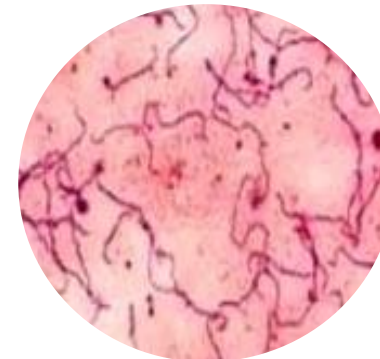
Bacilli - bacillus



## Espirales



Spirilla - spirillum

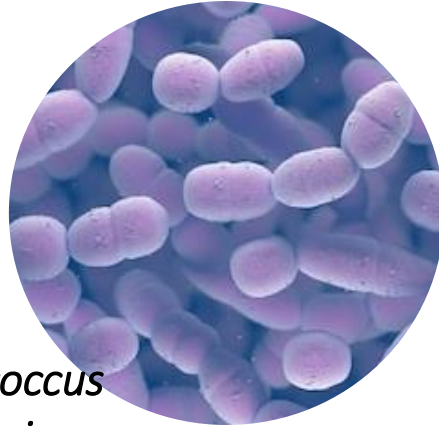


# FORMAS ESFÉRICAS O COCÁCEAS

- Son células siempre redondeadas, pero pueden ser muy redondas, alargadas, aplanadas u ovaladas (imágenes obtenidas al microscopio electrónico de barrido, SEM)



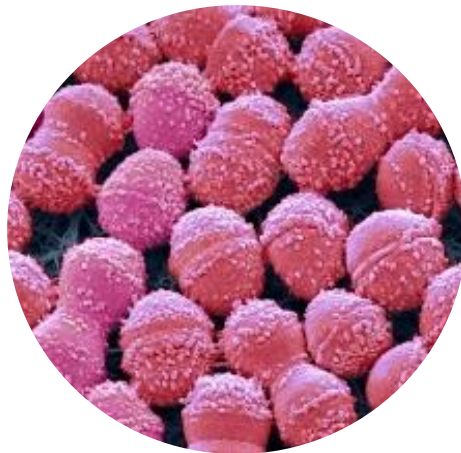
*Staphylococcus aureus*



*Streptococcus pneumoniae*



*Neisseria meningitidis*



*Streptococcus mutans*



*Streptococcus sanguis*

# FORMAS BACILARES

- Son células **cilíndricas** (bastones), **fusiformes** o con **forma de mazo** (un extremo abultado).
- Sus extremos pueden ser romos, aguzados o rectos.
- Difieren en tamaño.

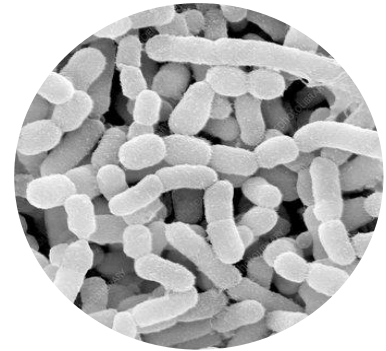
*Mycobacterium tuberculosis*



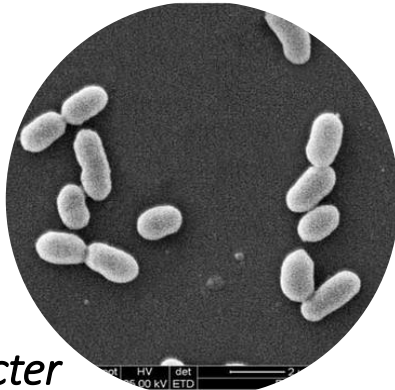
*Bacillus subtilis*



*Prevotella intermedia*



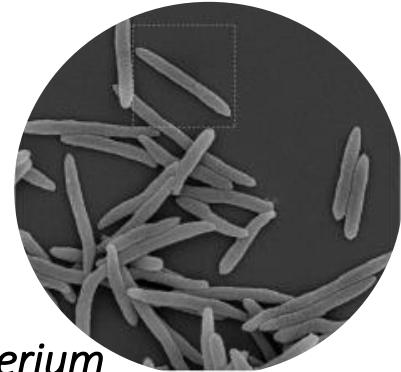
*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*



*Porphyromonas gingivalis*



*Fusobacterium sp.*



# FORMAS ESPIRALES O HELICOIDALES

El cuerpo celular es curvado. Se han definido tres tipos principales:

1. **Vibrios**: bacilos curvos rígidos, nunca rectos. Tienen flagelos.

(a) Vibrio

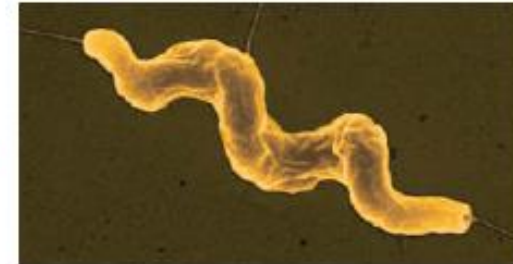


SEM 4 μm



2. **Espirilos**: bacilos curvados en espiral, bastante rígidos. Presentan una o más torciones o giros. Son móviles.

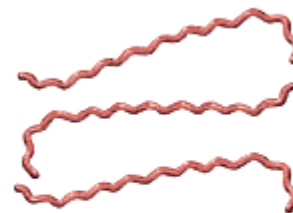
(b) Spirillum



SEM 4 μm



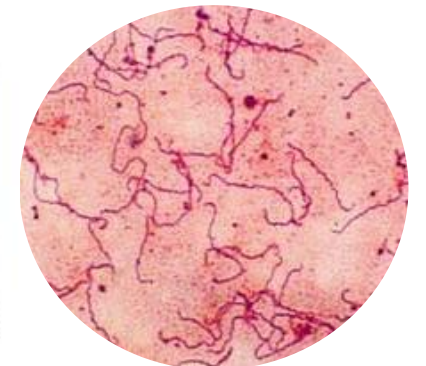
3. **Espiroquetas**: bacilos helicoidales, flexibles, con muchas torciones. Se mueven mediante un filamento axial.



Spirochete  
(0.25 μm)



SEM 1 μm



## AGRUPACIONES BACTERIANAS

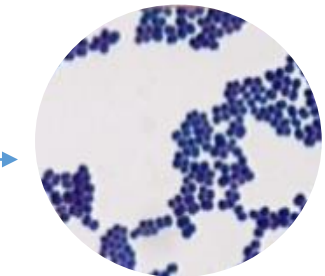
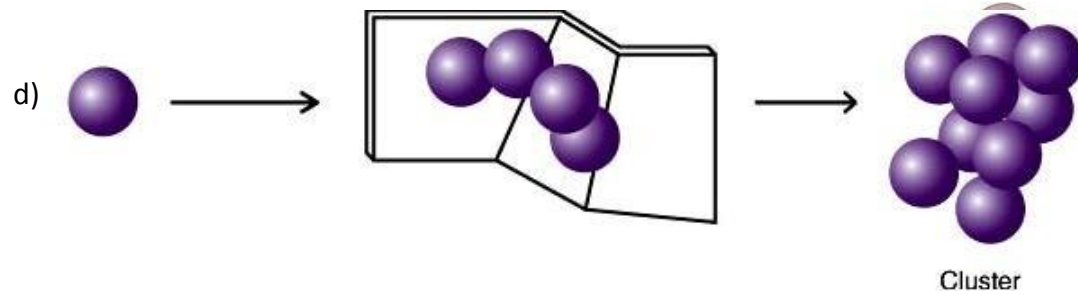
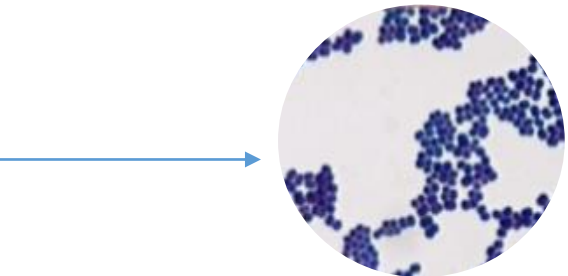
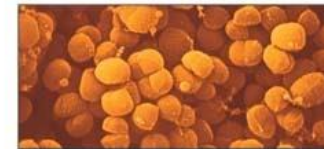
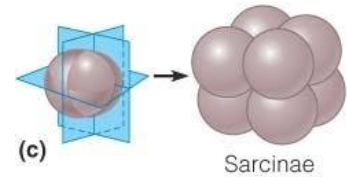
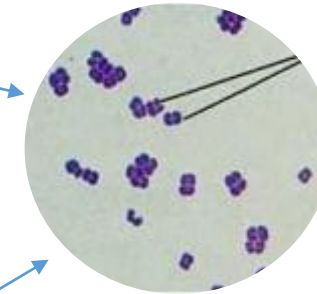
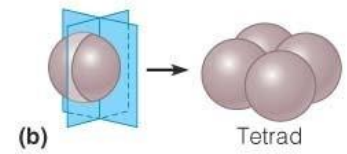
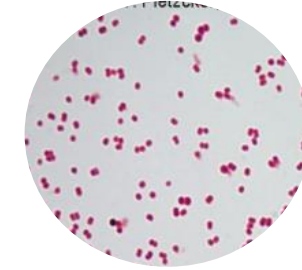
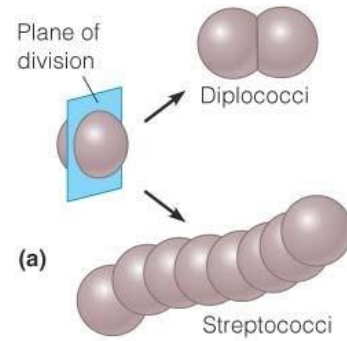
- Las bacterias se multiplican por fisión binaria y en algunas especies, las células tienden a permanecer unidas después de la división originando agrupaciones que contribuyen a su identificación.
- Si después de la división las células hijas tienden a separarse, se observarán al microscopio como **células aisladas**.
- El tipo de agrupación depende de la forma de la célula, cocácea o bacilar, y de los planos de división en que se realice. Bacilos sólo se dividen a través de su eje mas corto.



# AGRUPACIONES DE CÉLULAS ESFÉRICAS O COCÁCEAS

Admiten distintos planos de división, originando diferentes agrupaciones.

- En un plano:
  - **Diplococcus** (Ej: *Neisseria* y *neumococo* (*Streptococcus pneumoniae*))
  - **Streptococcus**. Cadenas largas (Ej: *Streptococcus mutans*)
- En dos planos perpendiculares:
  - **Tétradas**, grupos de 4 células.
- En tres planos perpendiculares:
  - **Sarcinas**, grupos de 8 células
- En varios planos al azar:
  - **Staphylococcus**: racimos de células (Ej: *Staphylococcus aureus*).



# AGRUPACIONES DE BACILOS

Bacilos admiten sólo un plano de división, que ocurre a través de su eje más corto y tienen menor tendencia a permanecer unidos que las formas cocáceas.

Pueden presentarse como:

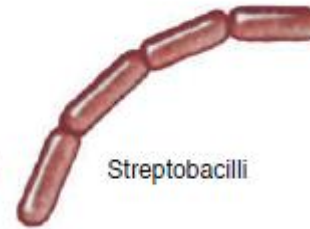
- **Células aisladas** o sin agrupación
- Células en pares o **diplobacilos**.
- Células en cadena: **estreptobacilos**.
- Otras: filamentos y en letra china.



(a) Single bacillus



(b) Diplobacilli



(c) Streptobacilli



(d) Coccobacillus



SEM 4  $\mu\text{m}$

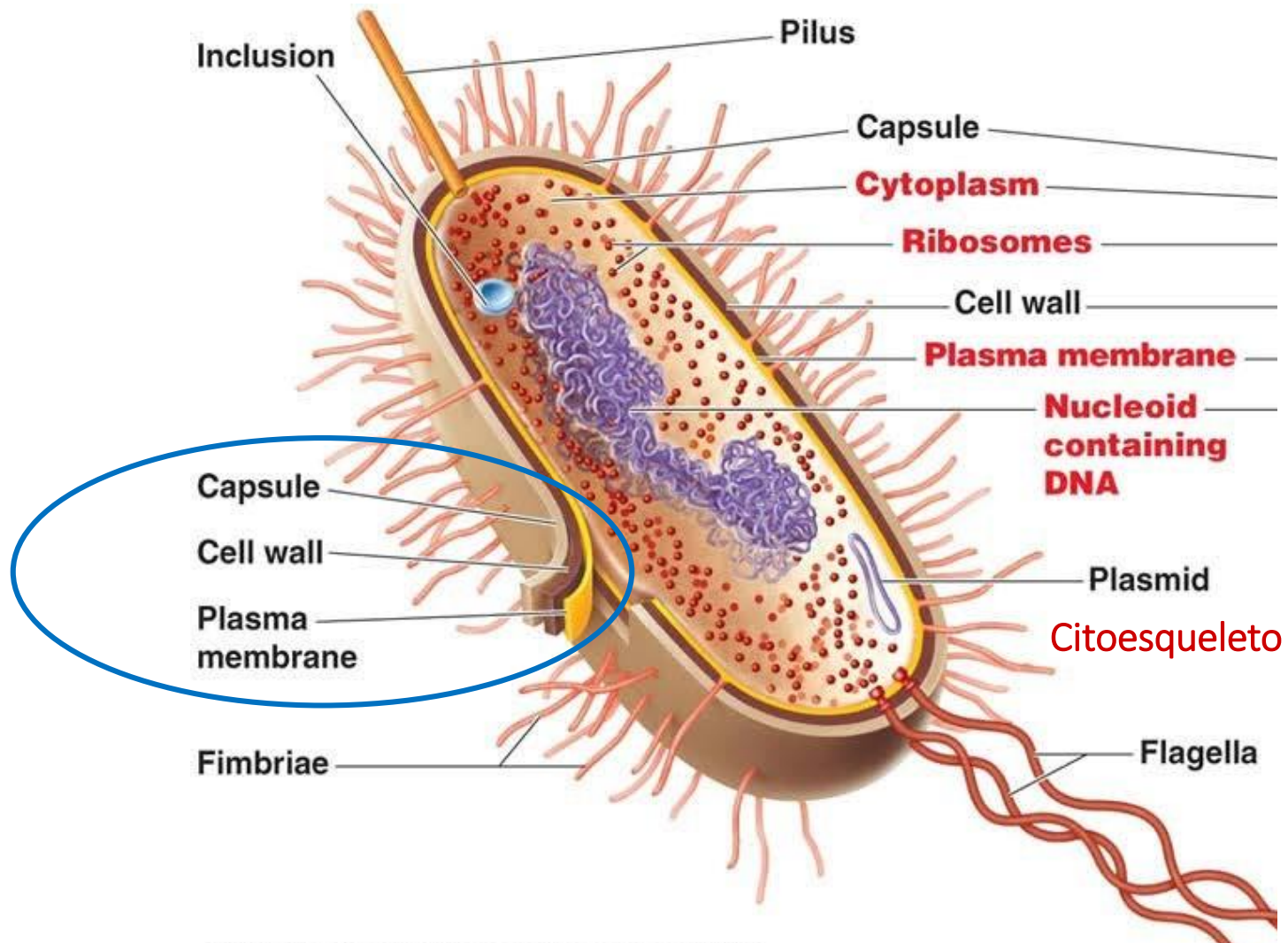


SEM 2  $\mu\text{m}$



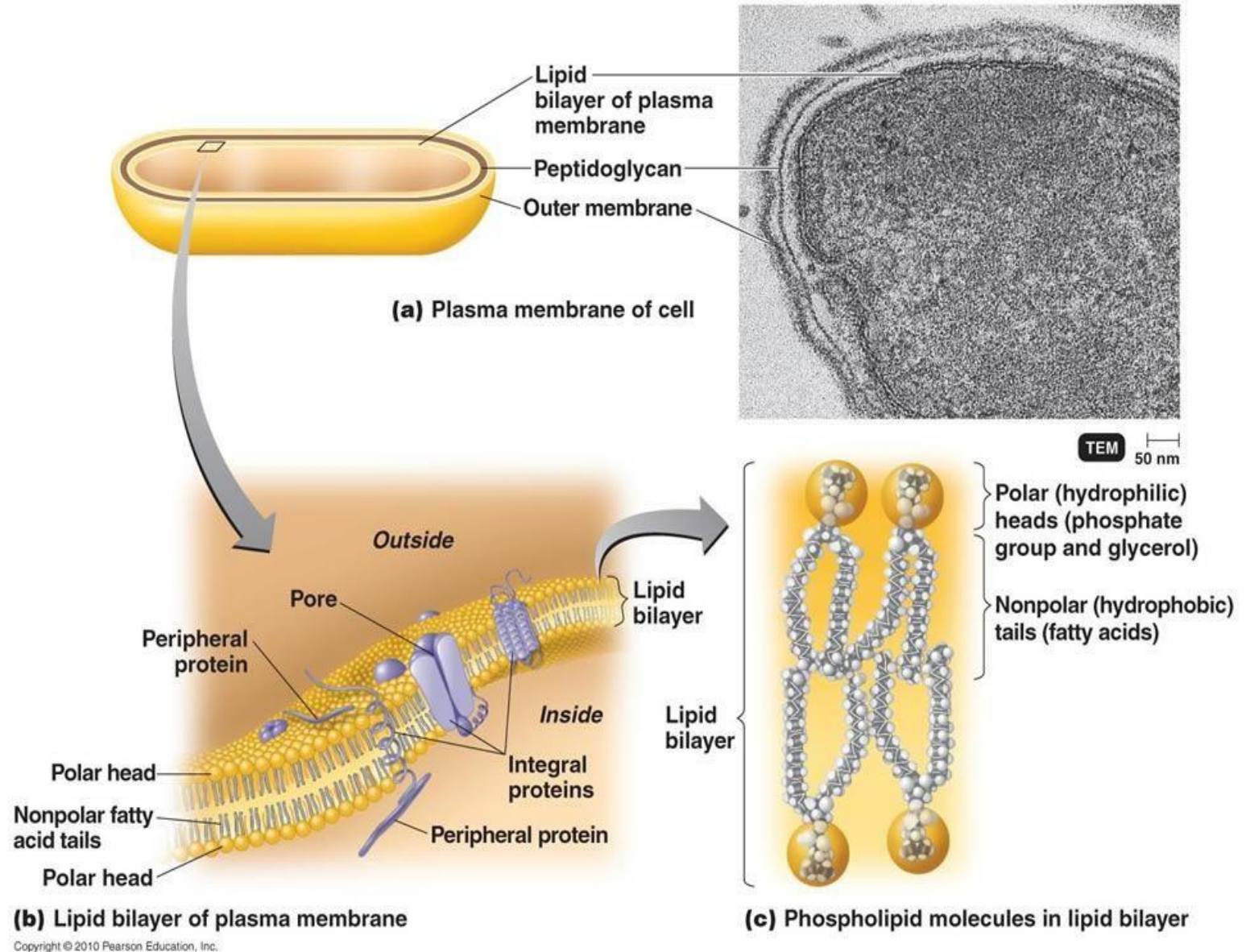
SEM 1  $\mu\text{m}$

# CÉLULA BACTERIANA TÍPICA: ENVOLTURAS



# 1. MEMBRANA PLASMÁTICA: Modelo de mosaico fluido, Singer y Nicholson, 1972

- Estructura que envuelve el citoplasma y delimita el cuerpo bacteriano.
- Similar a célula eucariota pero más delgada y carente de esteroides (8 a 10 nm de grosor) (Excepto *Mycoplasmas*)
- Menos rígida, con mayor fluidez y alta viscosidad.
- Consiste principalmente de fosfolípidos, esenciales para su estructura y función, pero contiene diferentes proteínas, **integrales o periféricas**.



# PROTEÍNAS DE MEMBRANA

- **INTEGRALES:** Tienen dominios hidrofóbicos que les permite insertarse y atravesar la membrana (transmembrana) y dominios hidrofílicos hacia el exterior o hacia el citoplasma celular. Algunas forman canales o poros.
- En capa externa poseen CHO, y junto con glicolípidos contribuyen a proteger la célula.
- **PERIFÉRICAS:** Se unen más laxamente, tanto a la superficie interna como externa de la membrana. Interactúan con proteínas integrales en procesos metabólicos, de transporte o de cambios en la membrana por el movimiento de la célula.
- Algunas son lipoproteínas, con una cola hidrofóbica que les permite insertarse en la membrana. (enzimas, proteínas de soporte y de transporte de nutrientes)

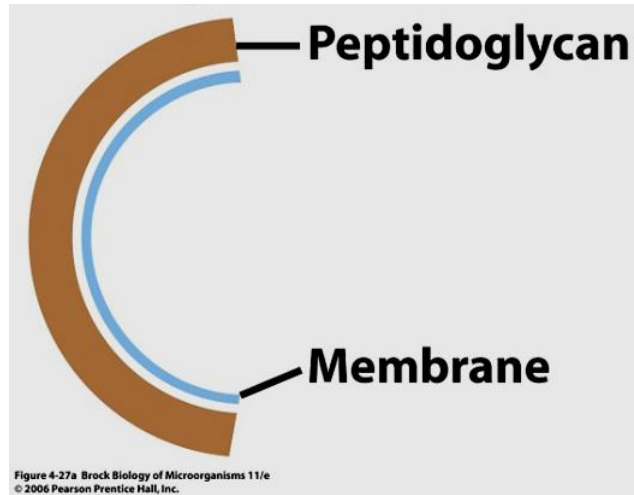
## FUNCIONES DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA

- Sirve como barrera selectiva, semipermeable, que permite el transporte de ciertos nutrientes, iones y deshechos, desde y hacia el interior de la célula, mediante transporte activo. Impide el intercambio pasivo.
- Sirve como soporte para diferentes proteínas, que realizan funciones claves para el metabolismo celular: degradación de nutrientes, replicación del DNA, crecimiento celular.
- Regula la producción y uso de ATP.
- Participa en la biosíntesis de sus propios componentes de membrana, de la pared celular y de la cápsula.
- Es el sitio de acción, o blanco, de agentes antimicrobianos.

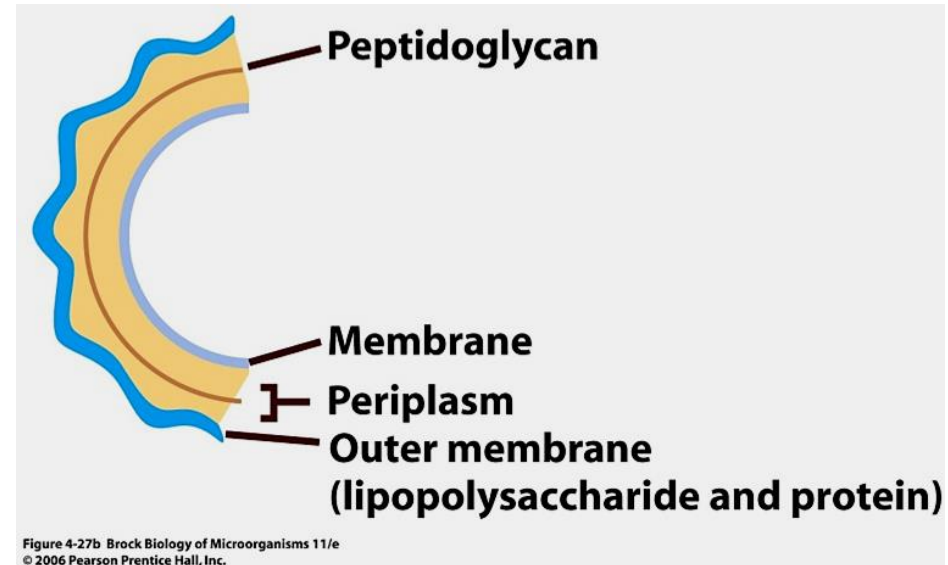
## 2. PARED CELULAR BACTERIANA

- Estructura propia de bacterias, por fuera de la membrana celular. Es rígida y contribuye a mantener la forma celular
- Hay dos tipos de pared que definen los dos grandes grupos de bacterias:

### Pared celular Gram positivo



### Pared celular Gram negativo



- Tienen en común el esqueleto de **peptidoglicano (PG)**:  
**Gram positivo (+):** varias capas superpuestas (> 50 en ciertos *Bacillus*)  
**Gram negativo (-):** una o dos capas inmersas en el espacio periplásmico.

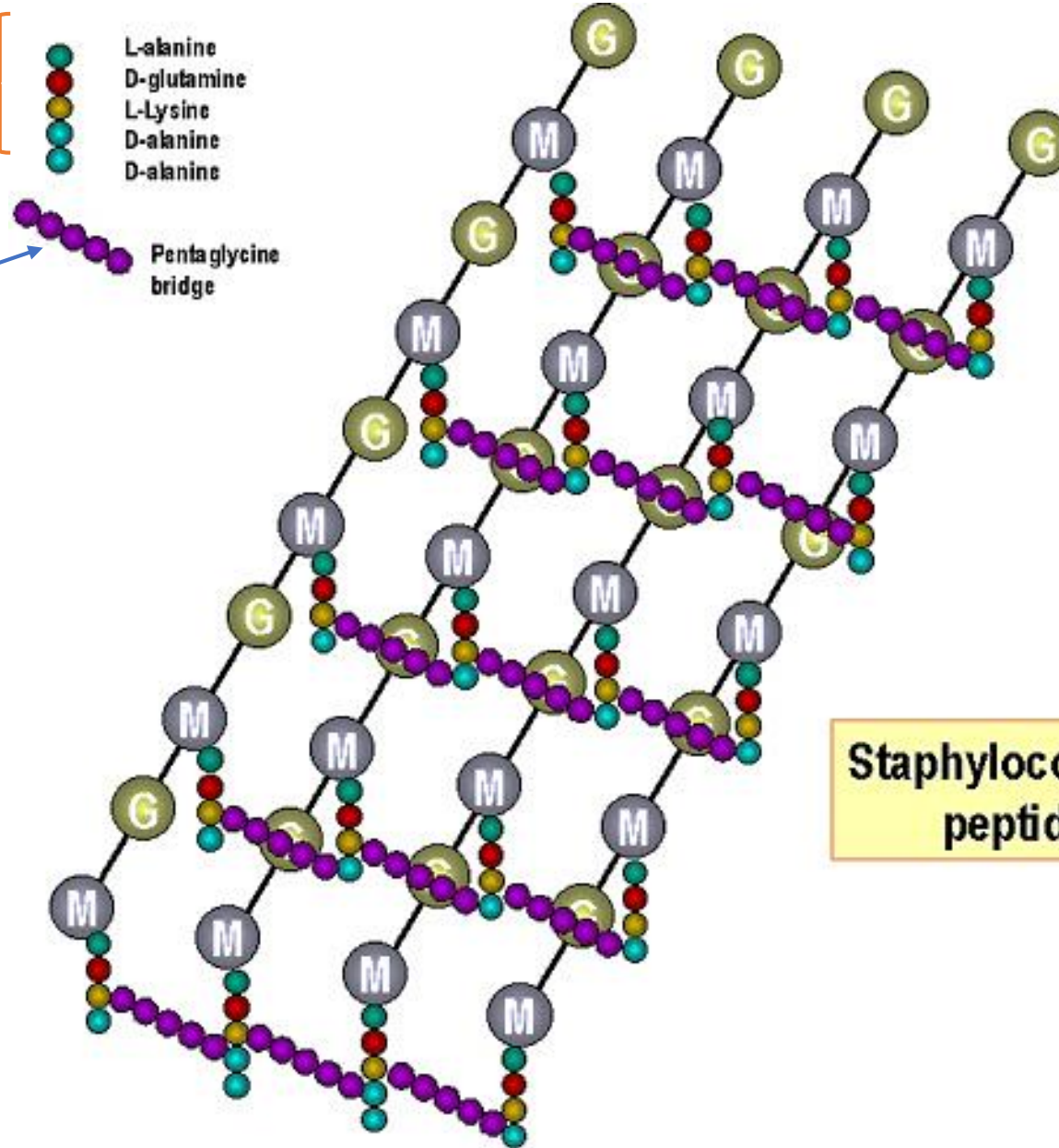
## EL PEPTIDOGLICAN (MUREÍNA)

- Es una estructura macromolecular compleja, resistente, única en bacterias, que envuelve la célula por fuera de la membrana plasmática y la protege de cambios microambientales adversos, como impedir su ruptura cuando la presión de agua al interior es mayor (presión osmótica).
- Está formada por largas cadenas de carbohidratos, N-acetyl murámico y N-acetilglucosamina, unidas por un péptido corto de 5 aa que enlaza los tetrapéptidos anclados a N-acetilmurámico.
- Es responsable de mantener la forma de la célula y sirve como sitio de anclaje para los flagelos.
- Importancia médica:
  - contribuye a la patogenicidad bacteriana y al mismo tiempo induce respuesta inmune en el hospedero.
  - Es blanco de algunos antibióticos: penicilina.



# VISTA SUPERFICIAL DE PARED GRAM POSITIVO

- Tetrapéptido de cadenas adyacentes unidos por medio del péptido: pentaglicina

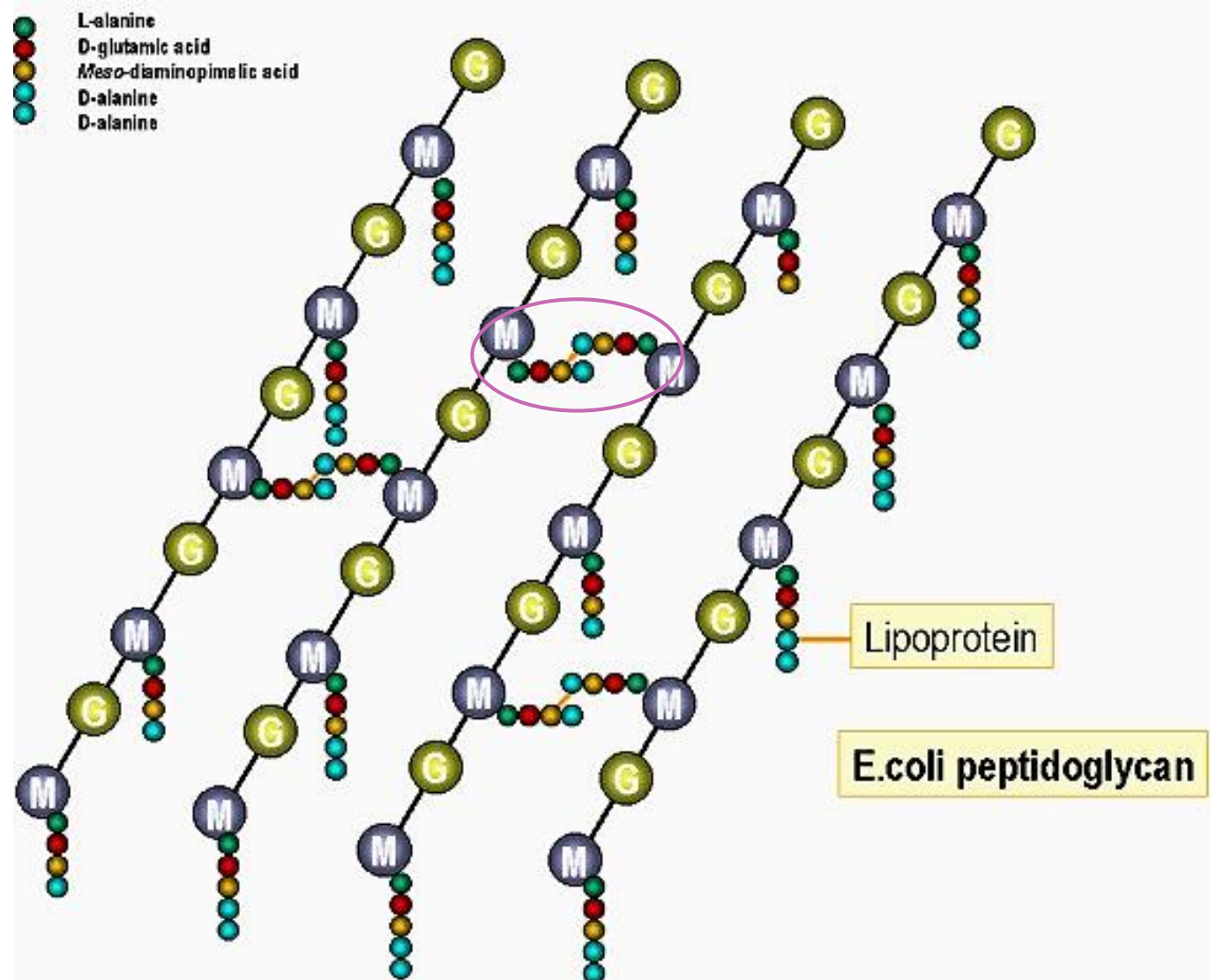


- **M**: N-acetil murámico
- **G**: N-acetil glucosamina

**Staphylococcus aureus**  
peptidoglycan

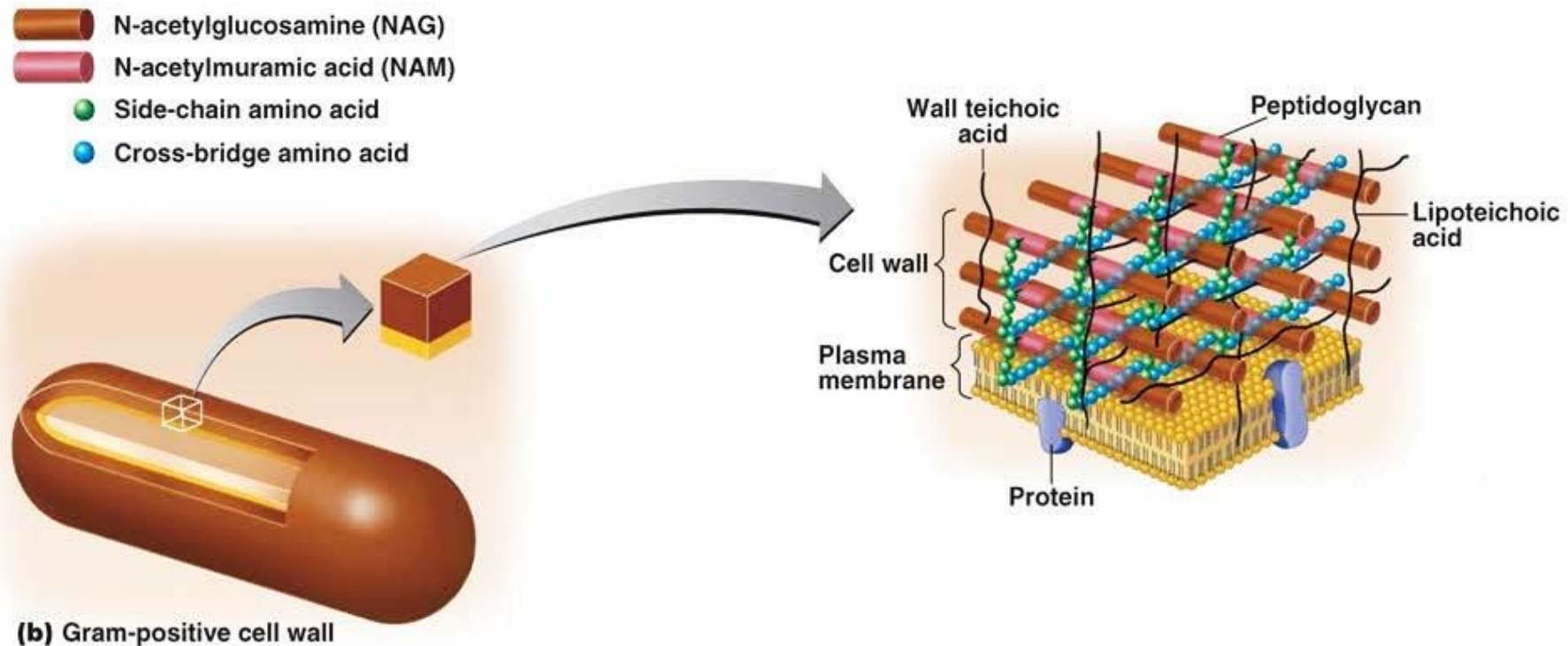
# VISTA SUPERFICIAL DE PARED GRAM NEGATIVO

- **M**: N-acetil murámico
- **G**: N-acetil glucosamina
- Tetrapéptidos de cadenas adyacentes se unen directamente entre si (círculo rosado) sin necesidad de pentaglicina.



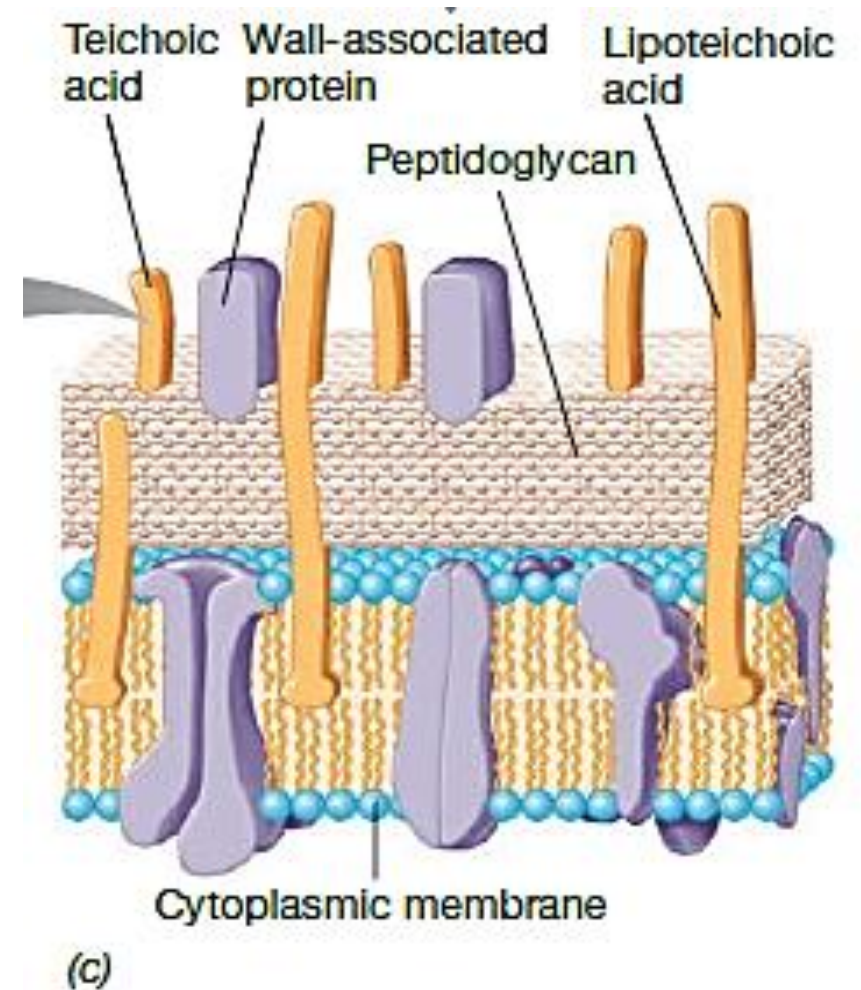
# ESTRUCTURA COMPLETA DE LA PARED CELULAR GRAM POSITIVO

- Consiste de muchas capas superpuestas de PG.
- Contiene ácidos teicoicos y lipoteicoicos:



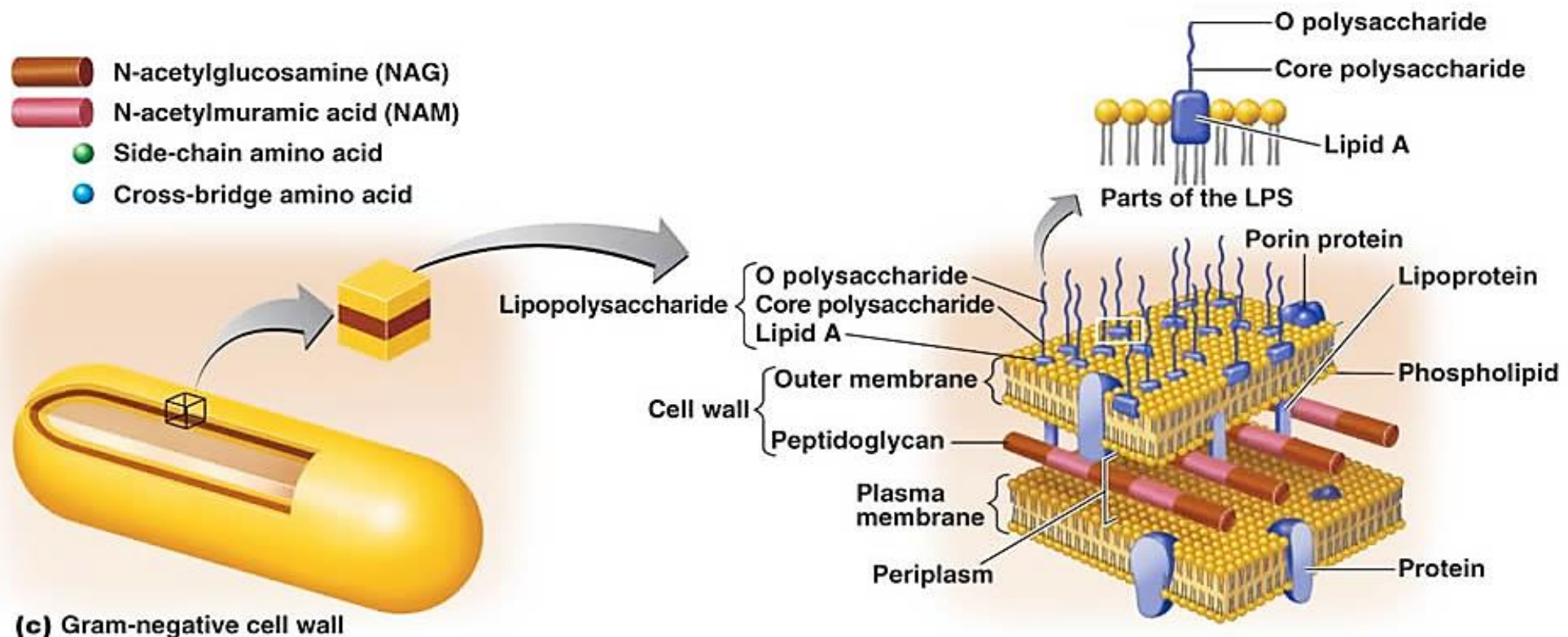
## PARED CELULAR GRAM POSITIVO: ÁCIDOS TEICOICOS Y LIPOTEICOICOS

- Regulan la actividad de las autolisinas (que permiten degradar y reconstruir la pared durante el crecimiento celular).
- Son reservorios de fósforo para la bacteria.
- Sirven como sitios de unión para fagos.
- Inducen respuesta inmune del hospedero: se comportan como antígenos.
- Si hay limitación de fosfato en el medio, son reemplazados por ácidos teicurónicos.



# ESTRUCTURA COMPLETA DE LA PARED CELULAR GRAM NEGATIVO

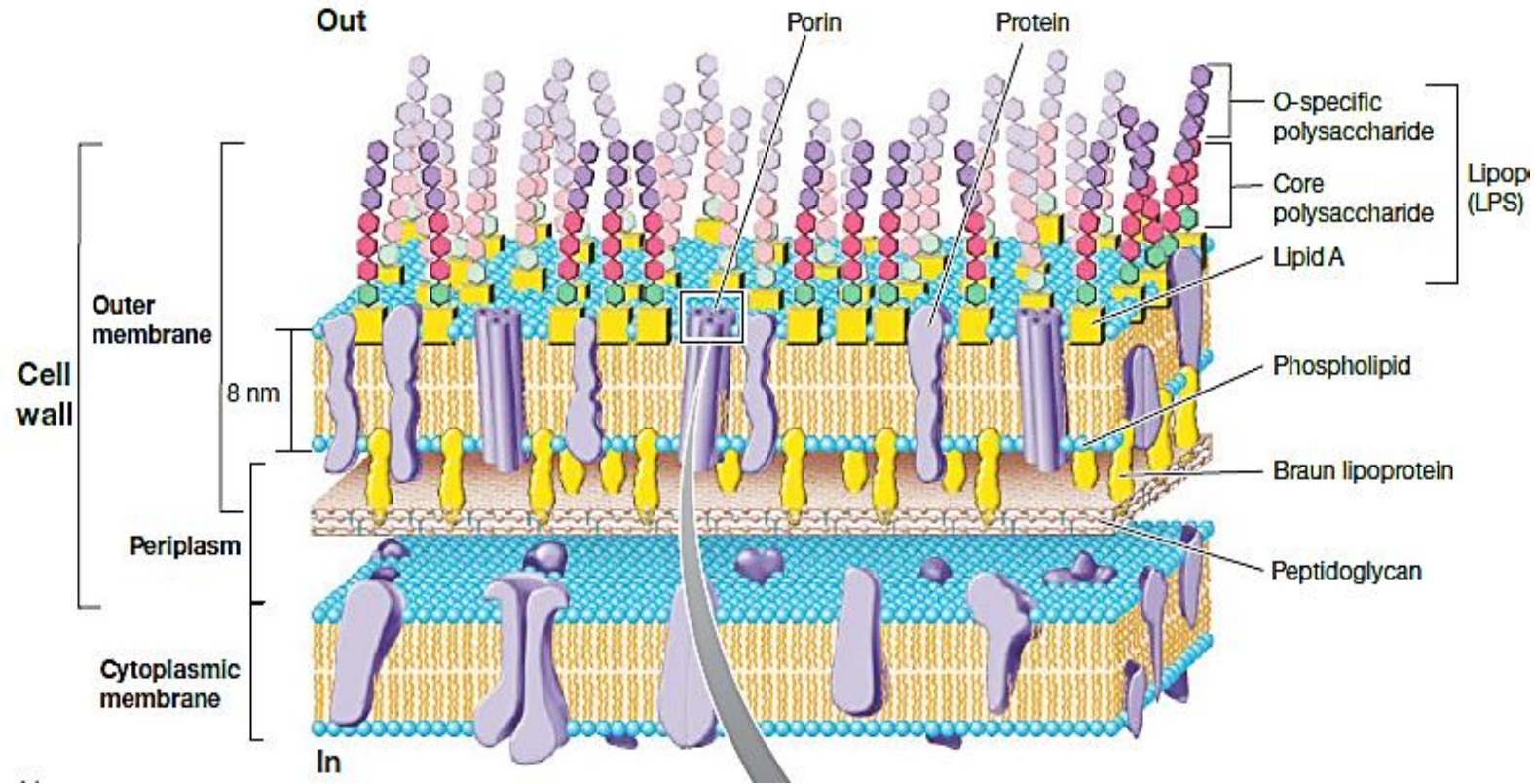
- Bacterias **Gram-negativo** tienen una delgada capa (o única) de peptidoglican ubicada en el espacio periplásmico.
- **Posee una membrana externa** rica en lipopolisacárido (LPS),
- Lipoproteínas unen el peptidoglican a la membrana externa (proteínas de amarre, Braun).



(c) Gram-negative cell wall

# PARED CELULAR GRAM NEGATIVO: MEMBRANA EXTERNA Y LPS

- Tienen una membrana externa rica en **Lipopolisacárido (LPS)** (~40%): rol estructural.
- LPS contiene el lípido A, **endotoxina** termoestable.
- Tóxica en la sangre y en el tracto gastrointestinal.
- Induce respuesta inmune del hospedero.
- Puede causar shock séptico.



## FUNCIONES DE LA MEMBRANA EXTERNA EN BACTERIAS GRAM NEGATIVO

- Actúa como barrera semipermeable que permite el paso de moléculas pequeñas vía porinas. Moléculas de mayor tamaño pasan vía canales específicos.
- Excluye colorantes (cristal violeta), ácidos biliares, enzimas, otros.
- Impide la acción de ciertos agentes antibacterianos (penicilina) y lisozima.
- Tiene carga eléctrica neta negativa: evasión de la fagocitosis y de la lisis mediada por complemento.
- **Aporta gran capacidad de virulencia a través del LPS**, puede llegar a causar daños graves en el hospedero como desencadenar un shock tóxico

RESUMEN:  
FUNCIONES DE LA  
PARED CELULAR  
BACTERIANA

- Protege la célula contra la lisis osmótica
- Sirve como sitio de unión de flagelos.
- Contribuye a la virulencia y patogenicidad.
- Tiene importancia clínica por la acción de algunos antibióticos sobre el proceso de su síntesis
- Sitio de unión de bacteriófagos.
- Induce respuesta inmune.



### 3. GLICOCALIX (EXOPOLISACÁRIDO)

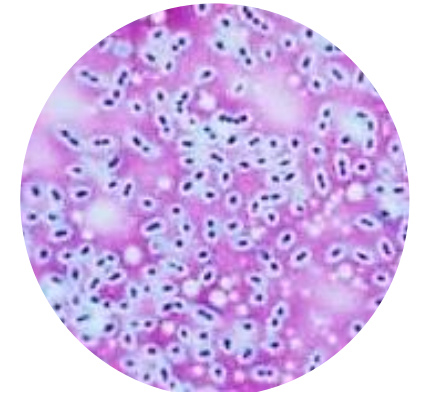
- Es un polímero viscoso, gelatinoso, secretado hacia la superficie externa, por fuera de la pared celular.
- Su composición química varía según la especie, pero principalmente está formado por polisacáridos (glicocalix: cubierta de azúcar). También por polipéptidos, o ambos.
- Está presente en la mayoría de las bacterias, Gram positivo y Gram negativo.
- Se han descrito dos tipos de glicocalix: Cápsula y Capa mucoide

# CÁPSULA

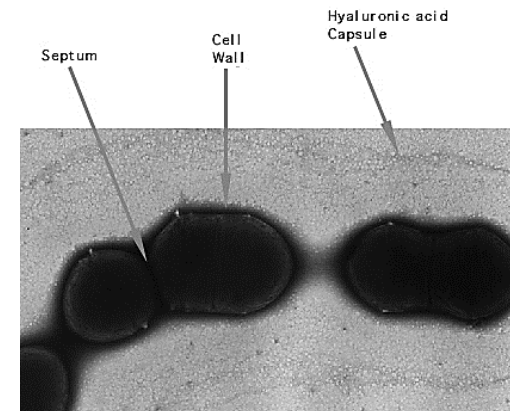
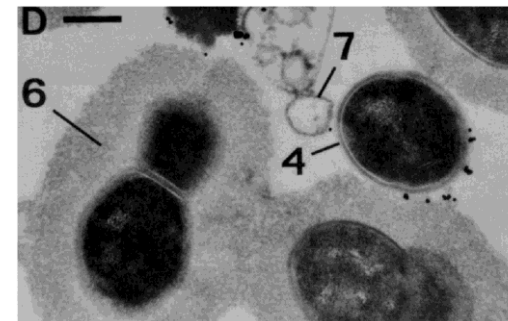
- Material mucoso, viscoso, organizado, rígido y firmemente adherido a la pared celular.
- Suele tener un límite exterior definido.
- Puede contribuir a la patogenicidad bacteriana
- Induce respuesta inmune en el hospedero.

**Ejemplos:** La cápsula de *Streptococcus pneumoniae*, compuesta de polisacáridos, permite a la bacteria escapar de la fagocitosis: es el determinante de virulencia más importante del patógeno. *S. pneumoniae* sólo causa neumonía si es una especie capsulada (colonias lisas).

La cápsula de *Streptococcus pyogenes* está compuesta de ácido hialurónico, el mismo polímero del tejido conectivo humano: no es reconocido por fagocitos (disfraz antigénico).

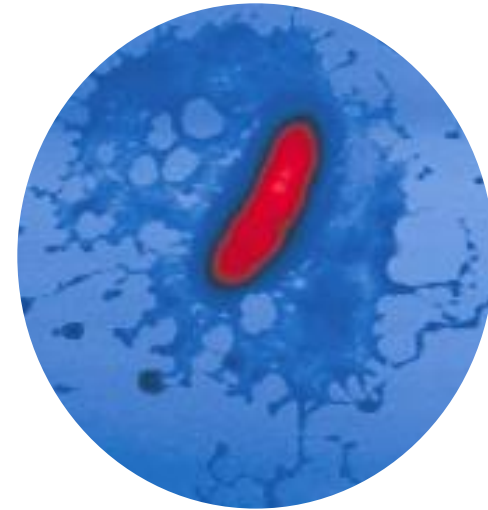


Tinción de cápsula con tinta china



## CAPA MUCOIDE (Slime Layer)

- Material viscoso laxo, menos organizado y adherido débilmente a la pared celular.
- Se puede dispersar al medio.
- Es flexible, tiene poca consistencia, no excluye partículas.
- Es deformable y carente de límites precisos.



Ej: capa mucoide de  
*Pseudomonas aeruginosa*

RESUMEN:  
FUNCIONES DEL  
GLICOCALIX  
BACTERIANO

- Protege contra la acción de agentes antimicrobianos.
- Tiene importancia en la colonización y en la formación de Biofilm (EPS): Adherencia a sustratos vivos o inertes.
- Constituye una fuente de nutrientes
- Contribuye a la virulencia bacteriana: Impide fagocitosis

ESCUELA DE VERANO  
CURSO: MICROBIOLOGÍA PARA CIENCIAS DE LA SALUD

## MORFOLOGÍA BACTERIANA

1. Formas y agrupaciones de la célula bacteriana. Estructuras que la envuelven.

*Muchas gracias por su atención!*

Prof. Marta K. Gajardo Ramírez  
Prof. Asociada  
Área de Microbiología  
Dpto. Patología y medicina Oral  
[mgajardo@u.uchile.cl](mailto:mgajardo@u.uchile.cl)