

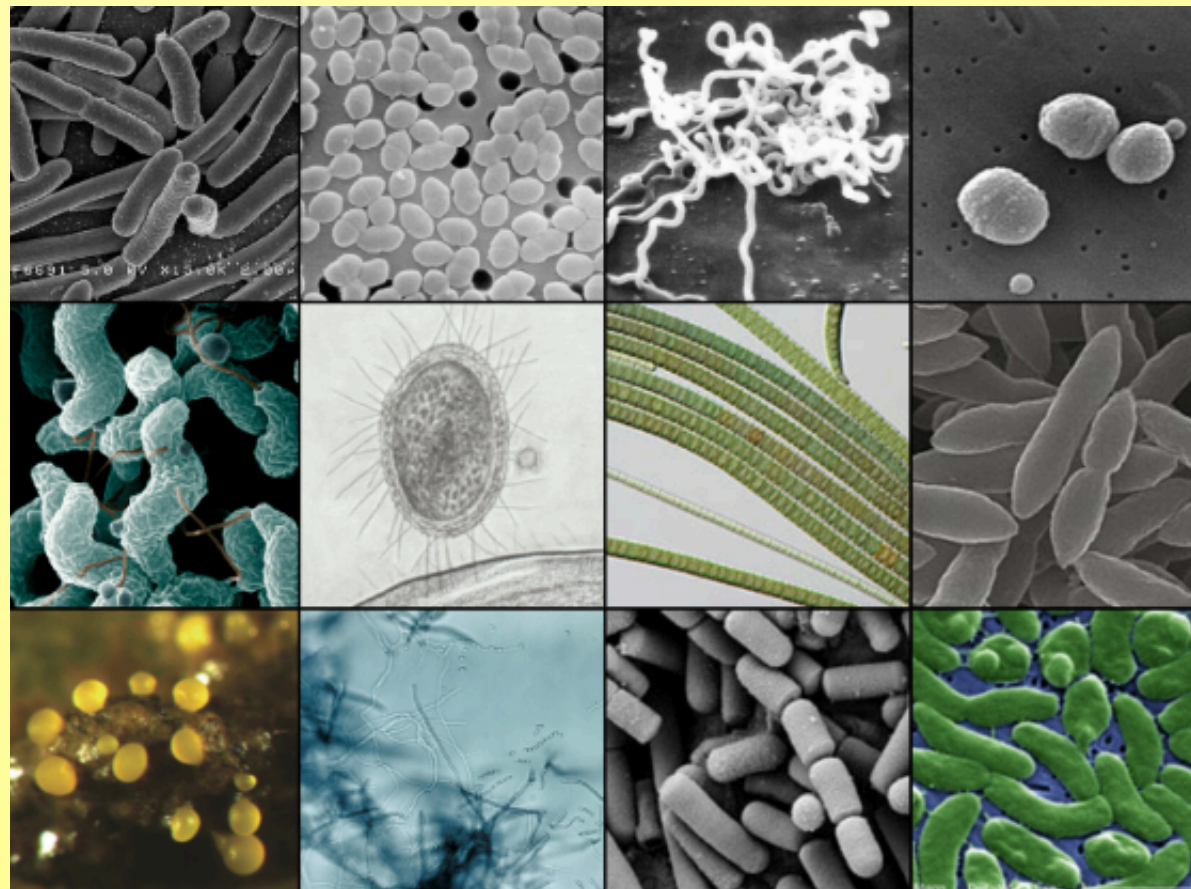


# TEMA 2

# ORGANIZACIÓN

# CELULAR

# PROCARIOTA



Dra. Marleny Chavarri  
Profesora Titular, UCV

2024

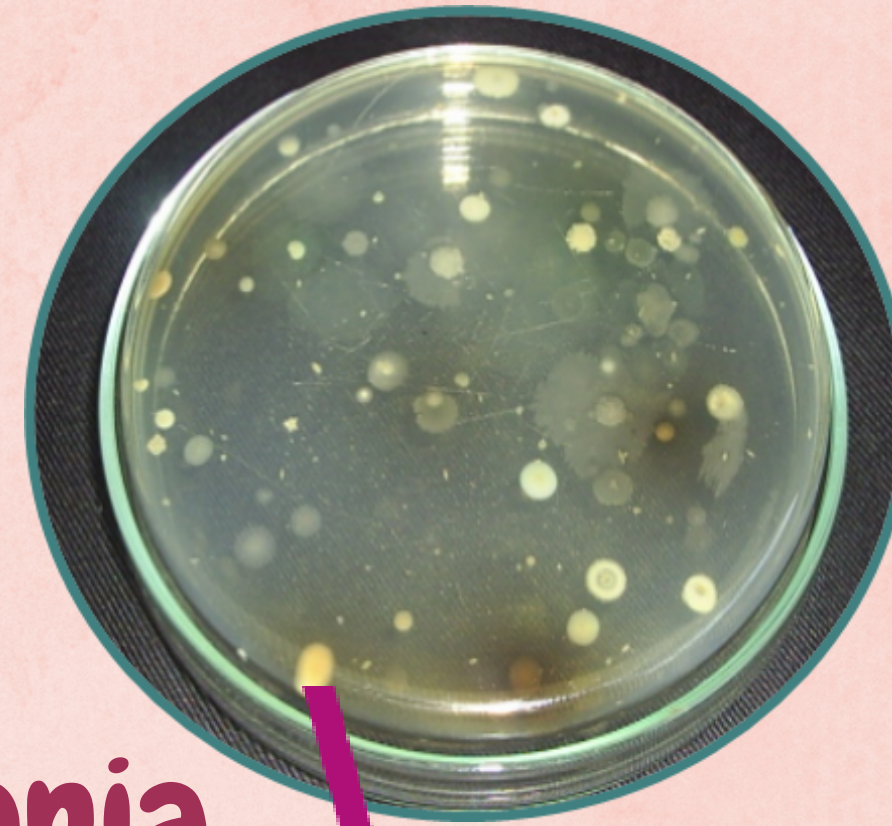
# CONTENIDO

- **Células Procariotas.**
- **Características de las células procariotas (tamaño, forma, motilidad y estructura celular).**
- **Diferencias entre las células Gram+ y Gram-.**
- **Principios de taxonomía bacteriana.**
- **Algunas familias bacterianas.**



# CÉLULA PROCARIOTA

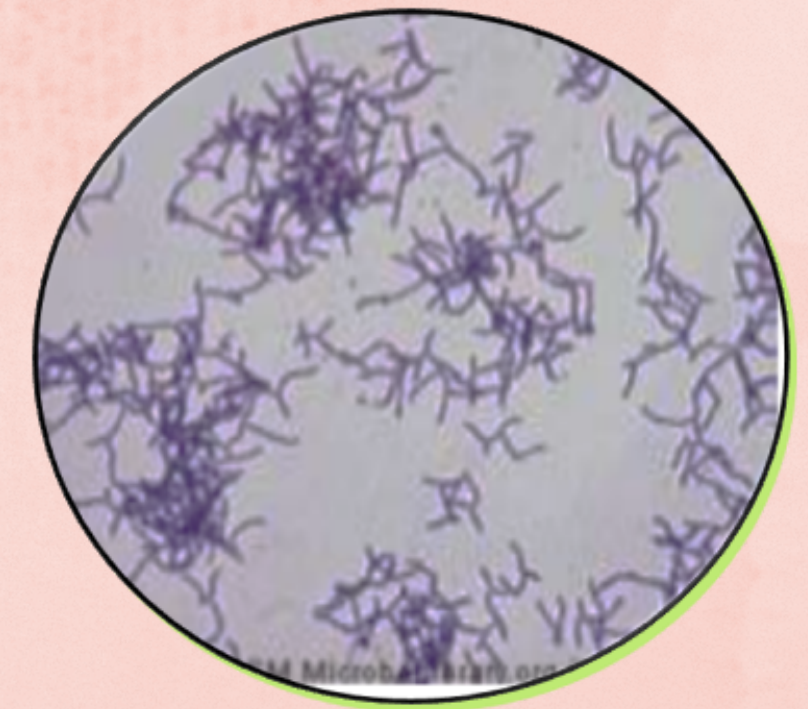
## Macroscópico



Colonia



## Microscópico



# TAMAÑO DE LA CÉLULA BACTERIANA

Micrómetro ( $\mu\text{m}$ ) =  $10^{-6}$  m =  $10^{-3}$  mm (0,001 mm) milésima de milímetro

Nanómetro (nm) =  $10^{-9}$  m =  $10^{-6}$  mm (0,000001 mm) millonésima de milímetro

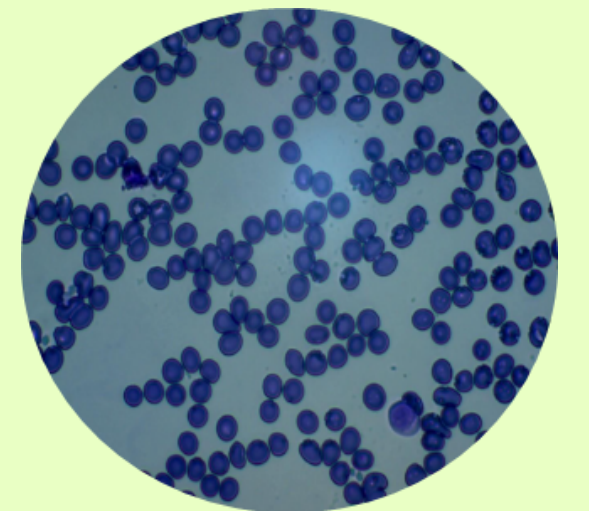
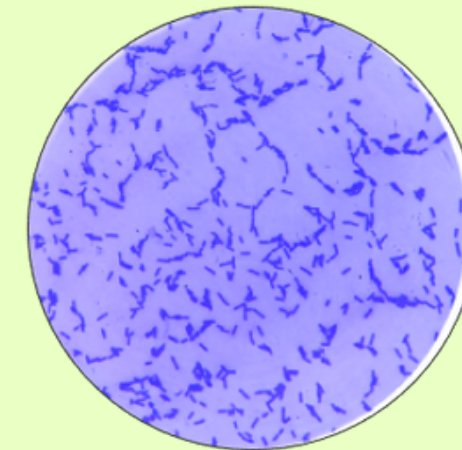
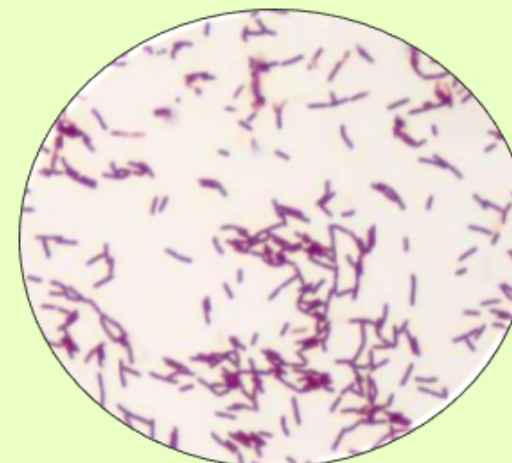
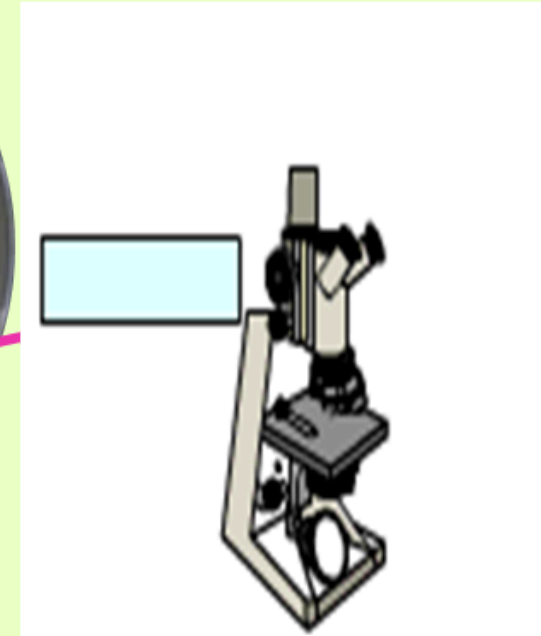
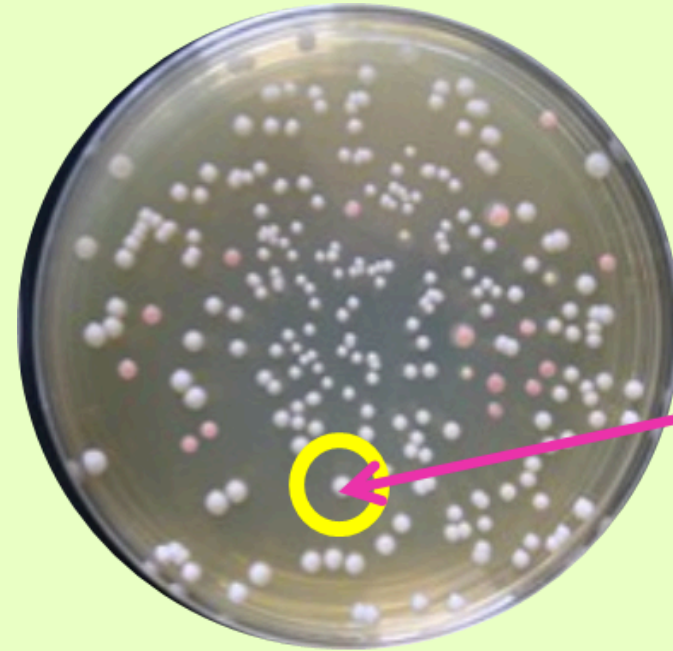
## BACTERIAS

Diámetro: 1-1,5  $\mu\text{m}$

Longitud: 3-10  $\mu\text{m}$

Promedio: 1 x 5  $\mu\text{m}$

Formas filamentosas: 100  $\mu\text{m}$  de longitud



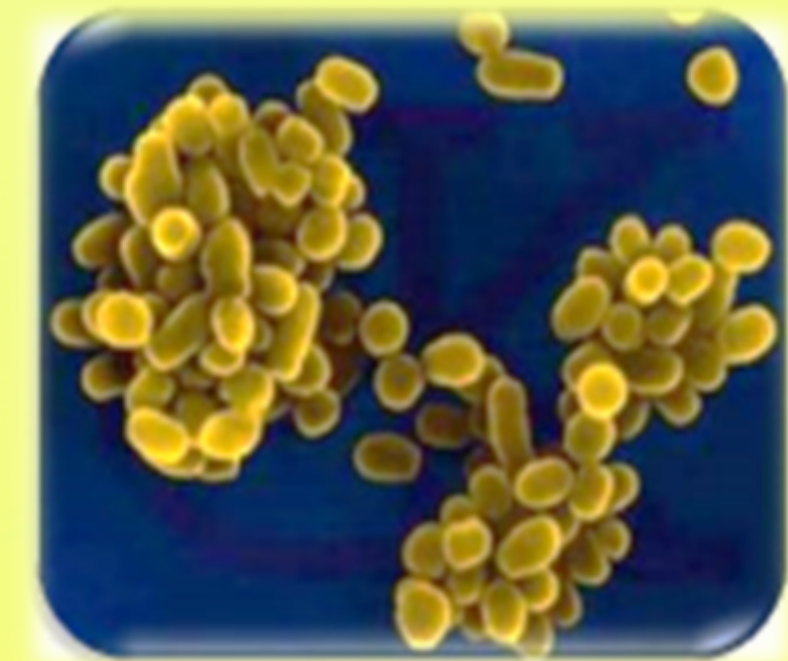
# FORMAS BACTERIANAS

## 1. REDONDEADAS COCOS



## 2. ALARGADAS

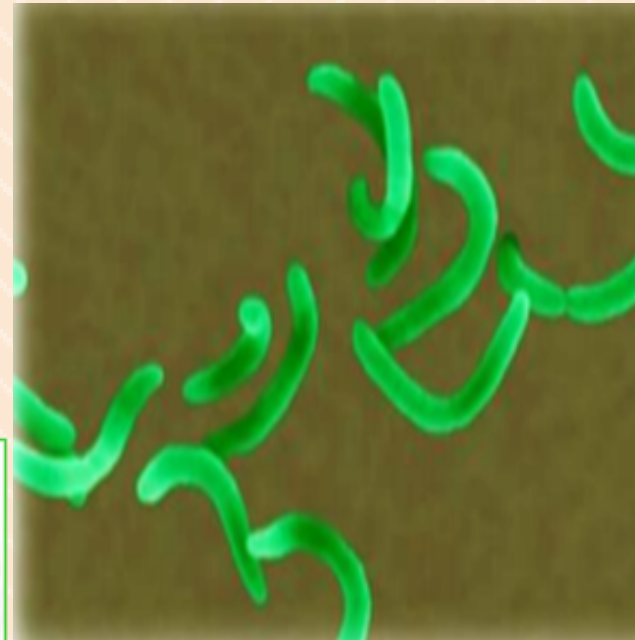
### 2.a. BACILOS



### 2.b. COCOBACILOS

# FORMAS BACTERIANAS

## 3. CURVAS O ESPIRALADAS



3.a. Vibrion

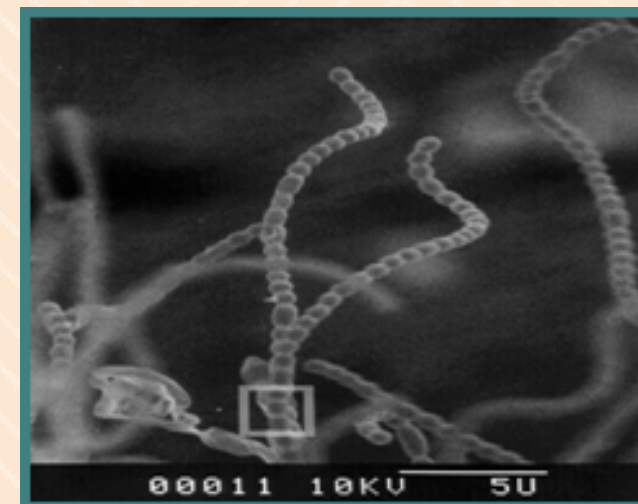


3.b. Espirilo



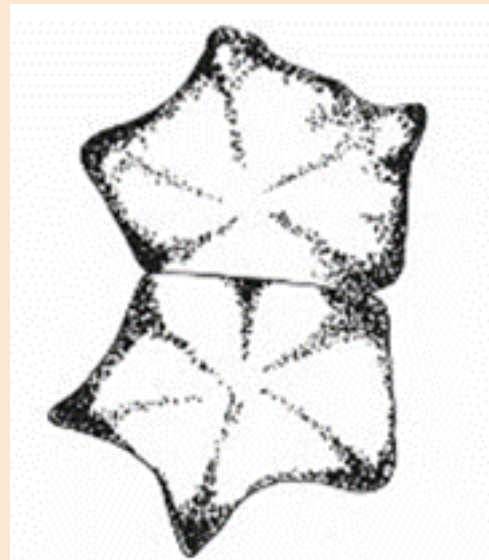
3.c. Espiroqueta

## 4. FILAMENTOSAS

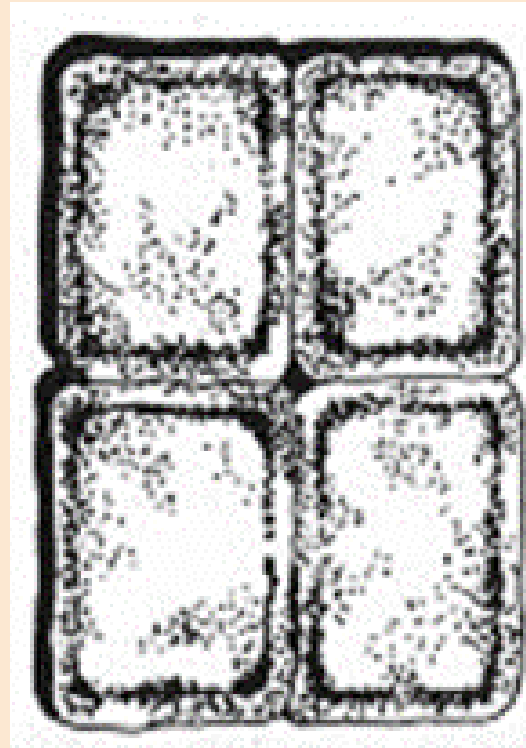


# FORMAS BACTERIANAS

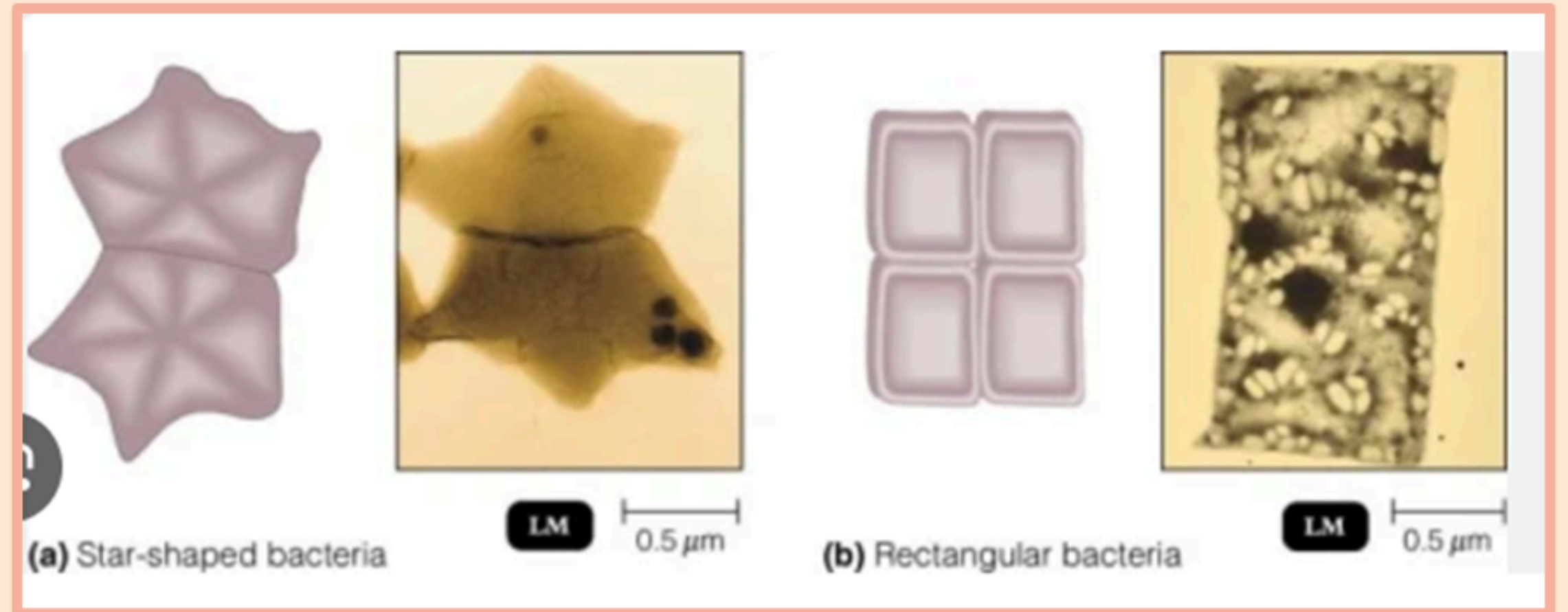
## OTRAS FORMAS



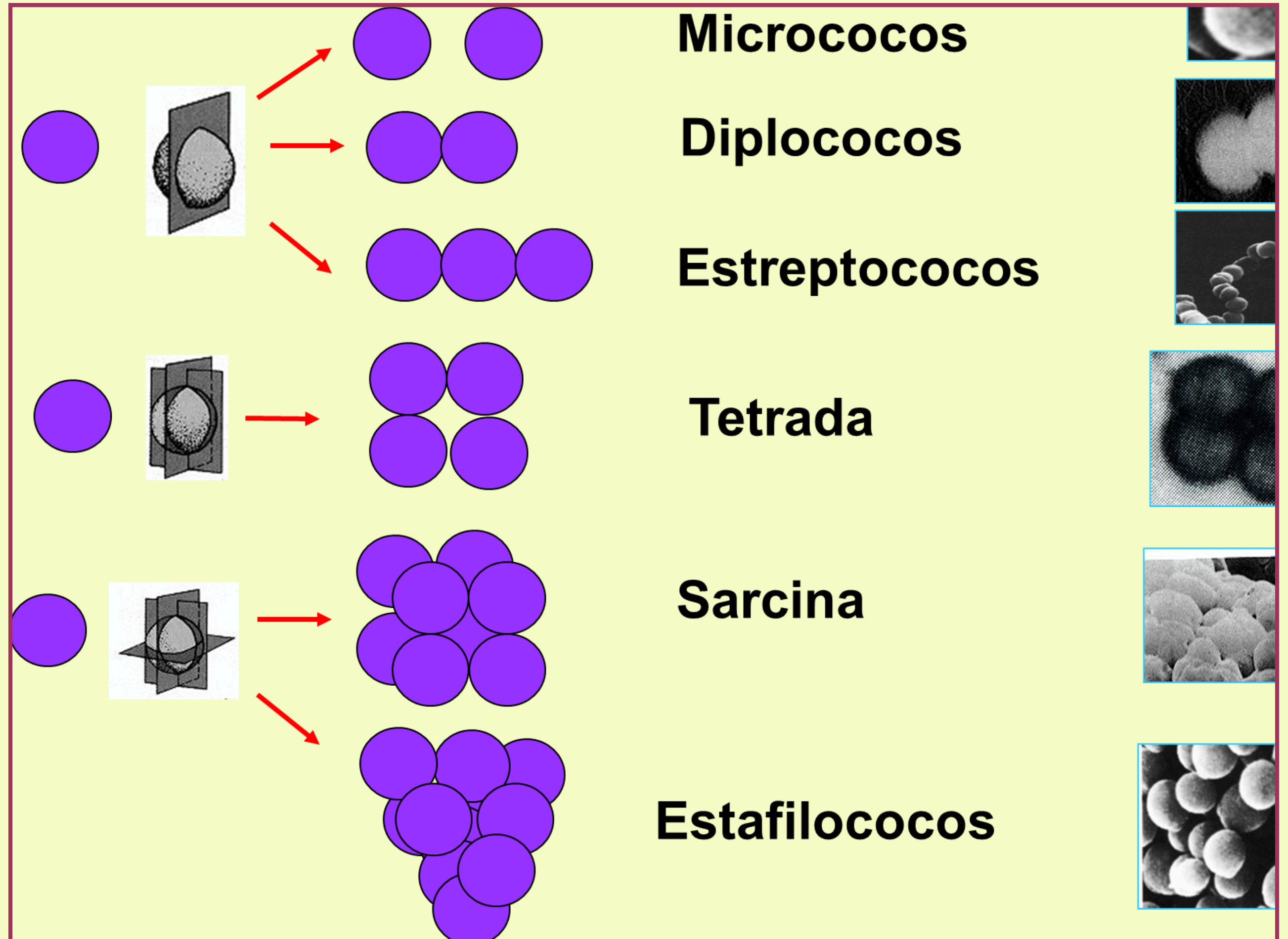
**Estrella**



**Rectangulares**

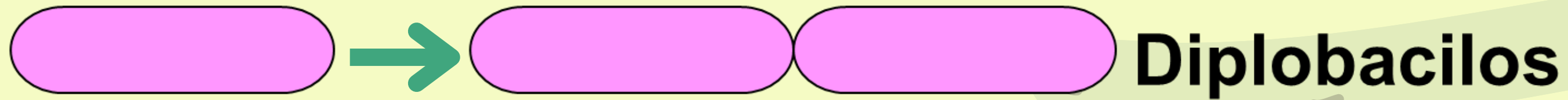


# AGRUPACIONES DE FORMAS REDONDEADAS (COCOS)

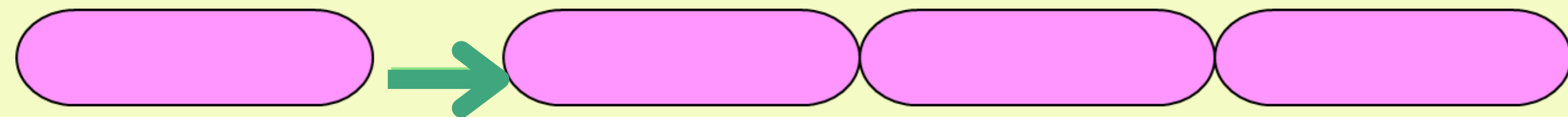




# AGRUPACIONES DE FORMAS ALARGADAS (BACILOS)



**Diplobacilos**



**Streptobacilos**

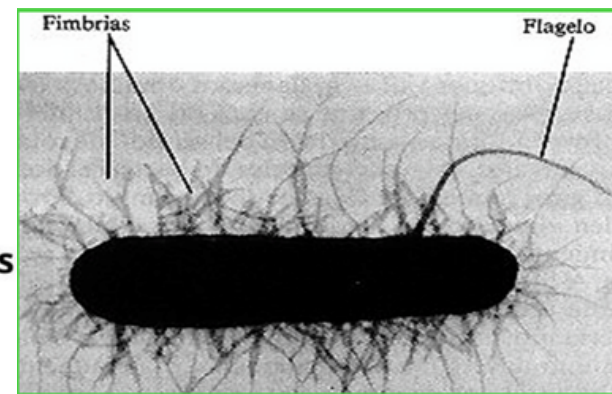
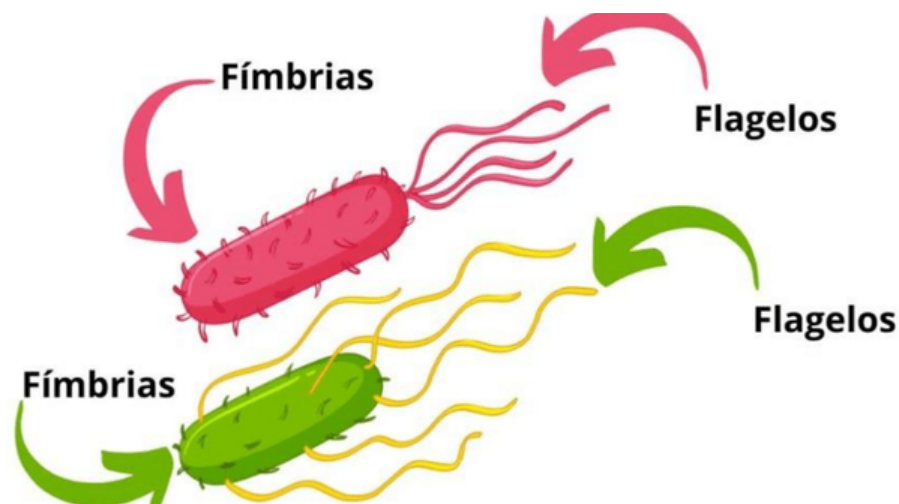


**Las formas curvas no tienen agrupaciones**

# ESTRUCTURA DE LA CÉLULA BACTERIANA

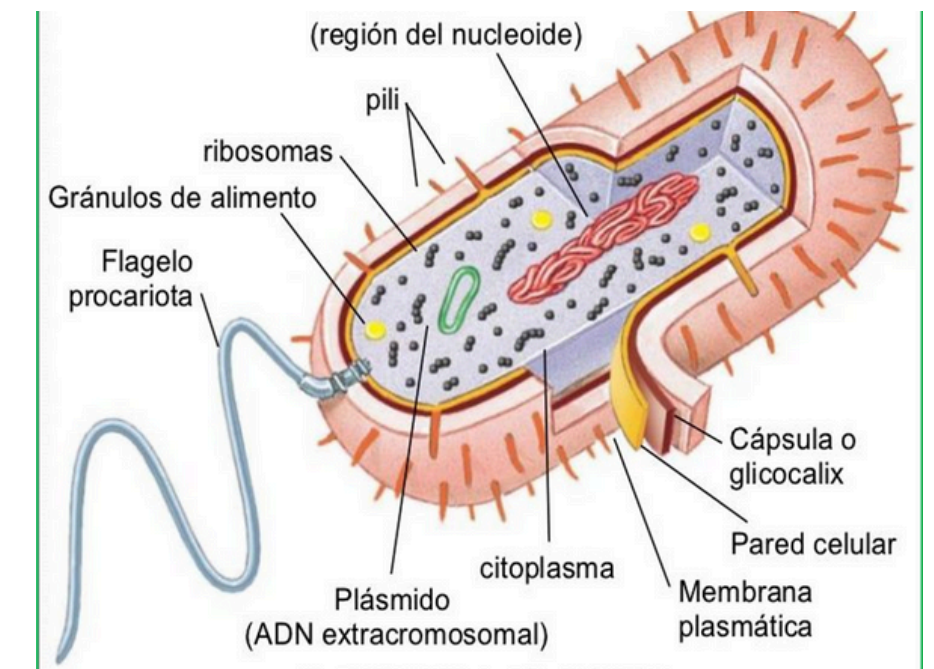
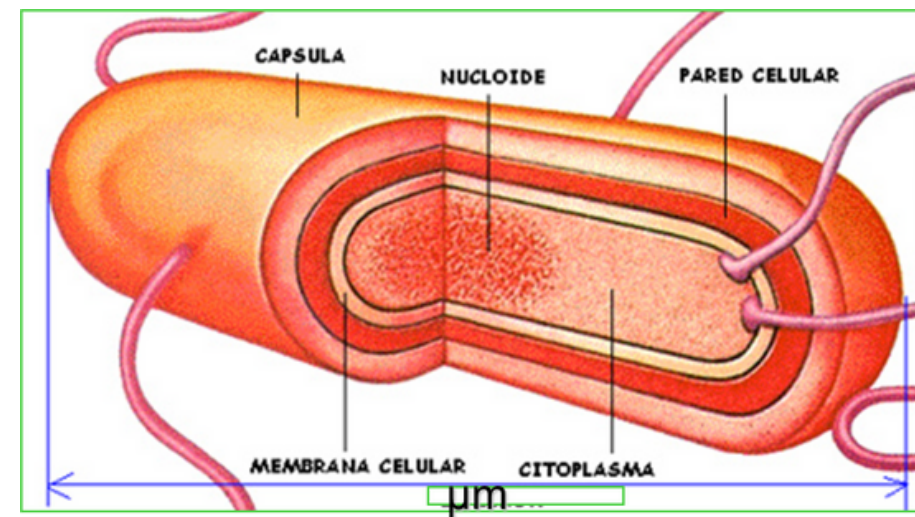
## ESTRUCTURAS EXTERNAS

Flagelos  
Pili o fimbria  
Cápsula



## ESTRUCTURAS INTERNAS

- Pared celular
- Membrana citoplasmática
- Citoplasma
- Nucleoplasma
- Gránulos
- Pigmentos
- Esporas
- Plásmidos



# ESTRUCTURAS EXTERNAS

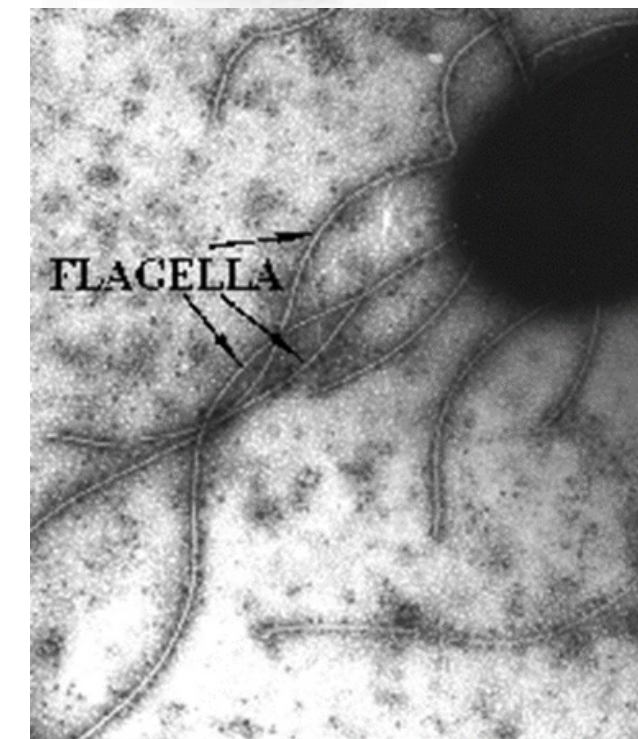
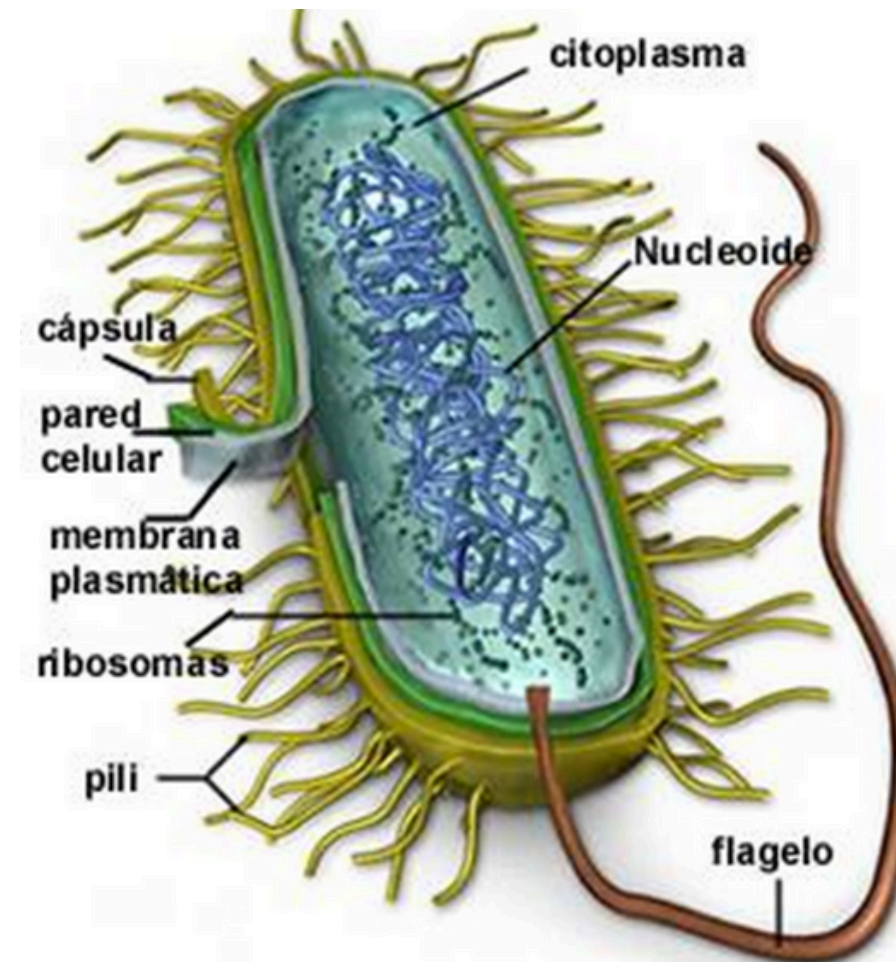
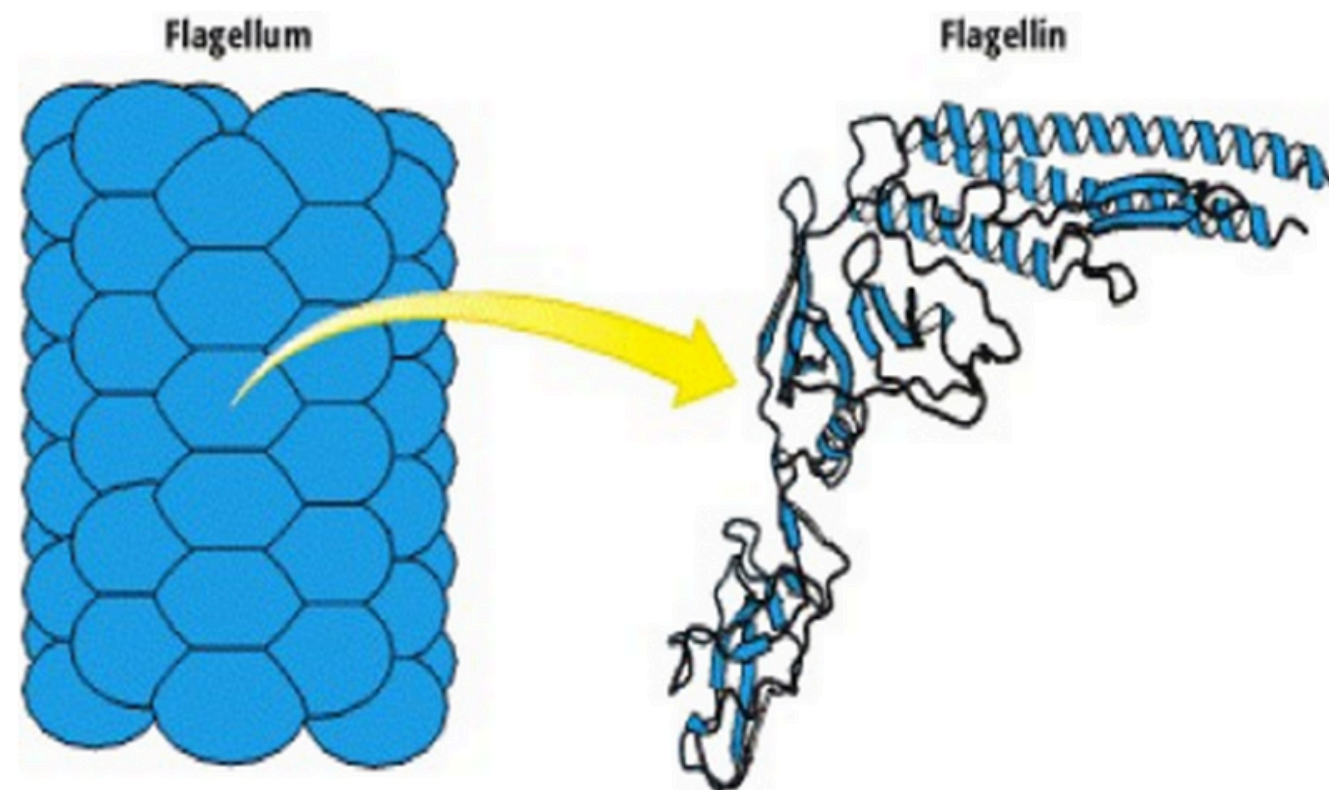
## Flagelos

Origen: Gránulo basal

Longitud: 15-25  $\mu\text{m}$

Grosor: 100 nm

Composición: Flagelina

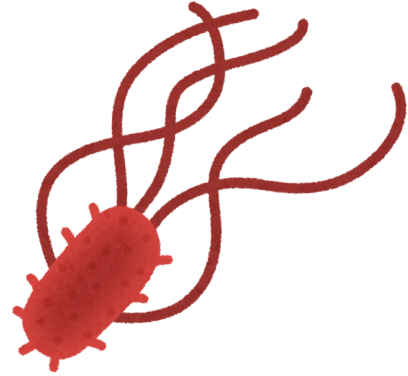


# ESTRUCTURAS EXTERNAS

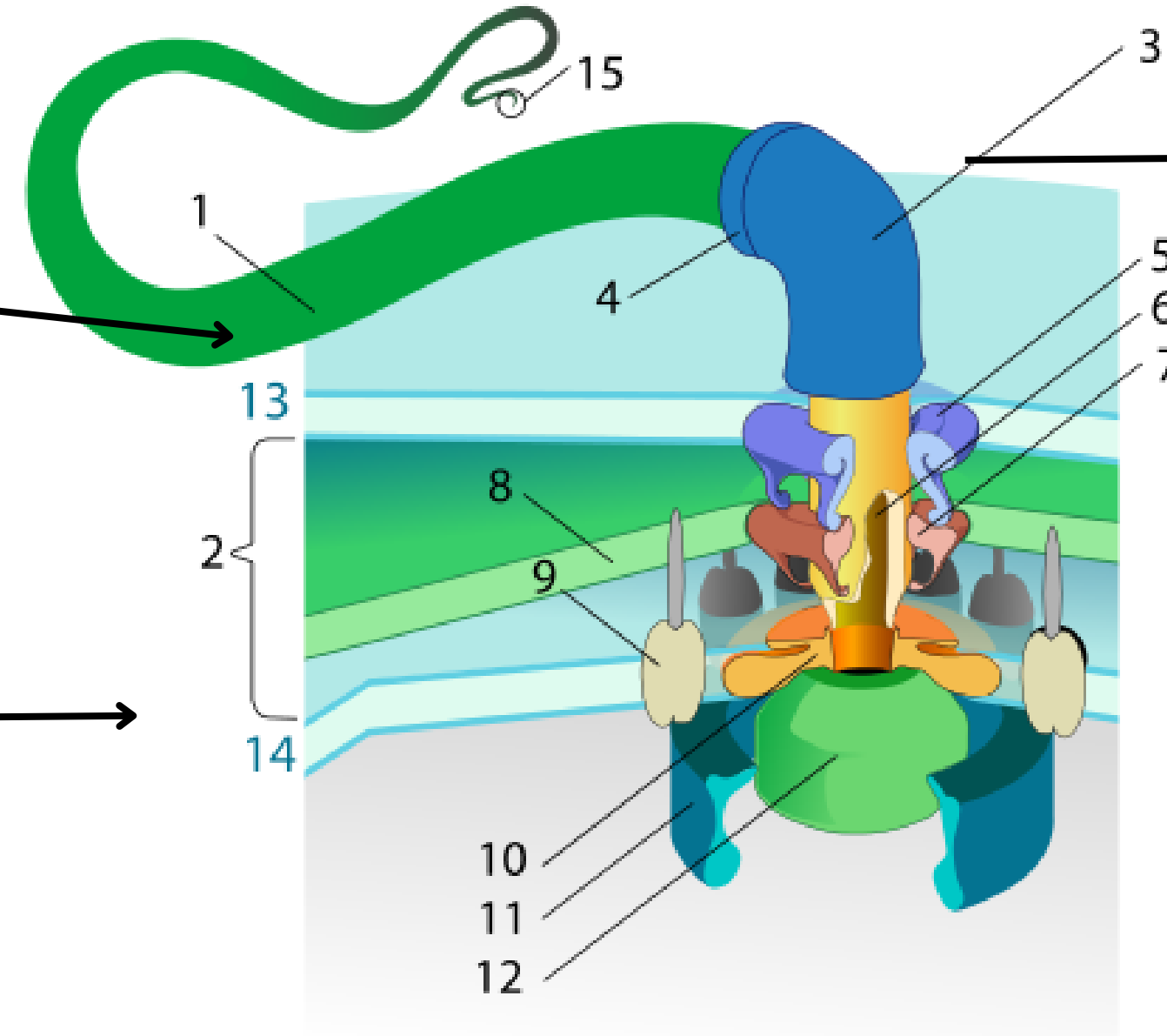
# Flagelos

**Función**

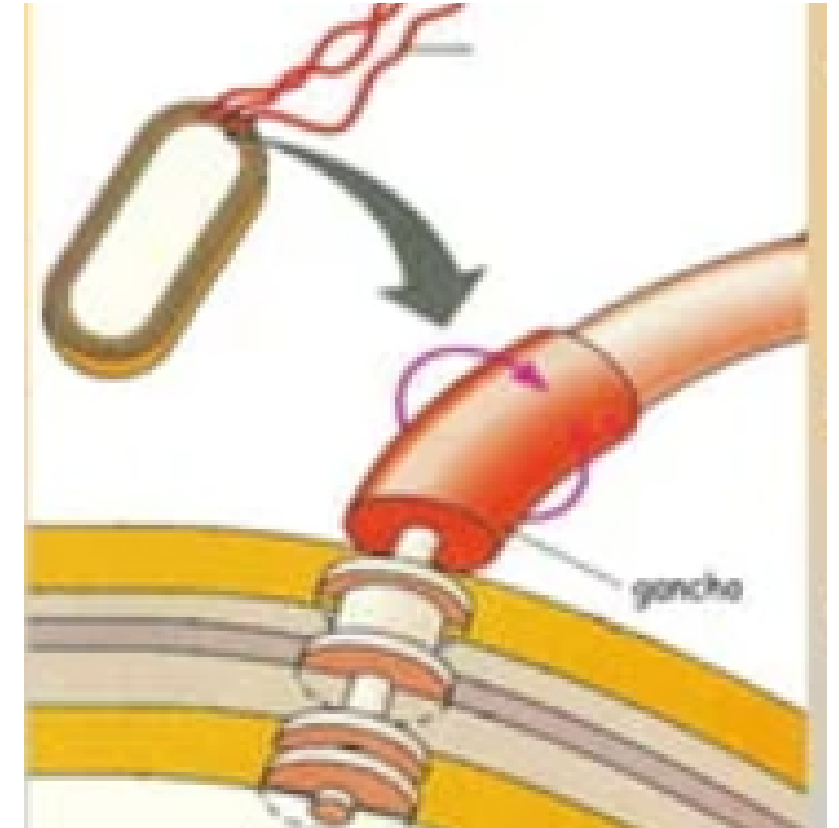
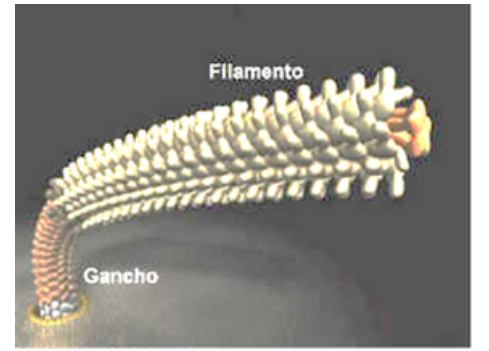
**Filamento**



**Cuerpo basal**



**Gancho**



Flagelo. El rotor puede girar a 6.000-17.000 rpm, pero el apéndice usualmente solo alcanza 200-1000 rpm. 1-filamento, 2-espacio periplásmico, 3-gancho, 4-juntura, 5-anillo L, 6-eje, 7-anillo P, 8-pared celular, 9-estátor, 10-anillo MS, 11-anillo C, 12-sistema de secreción de tipo III, 13-membrana externa, 14-membrana citoplasmática, 15-punta.

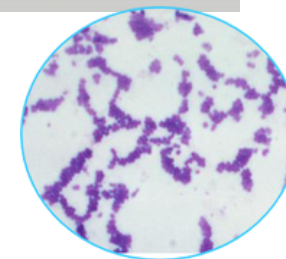
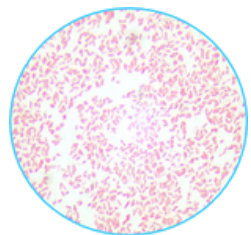
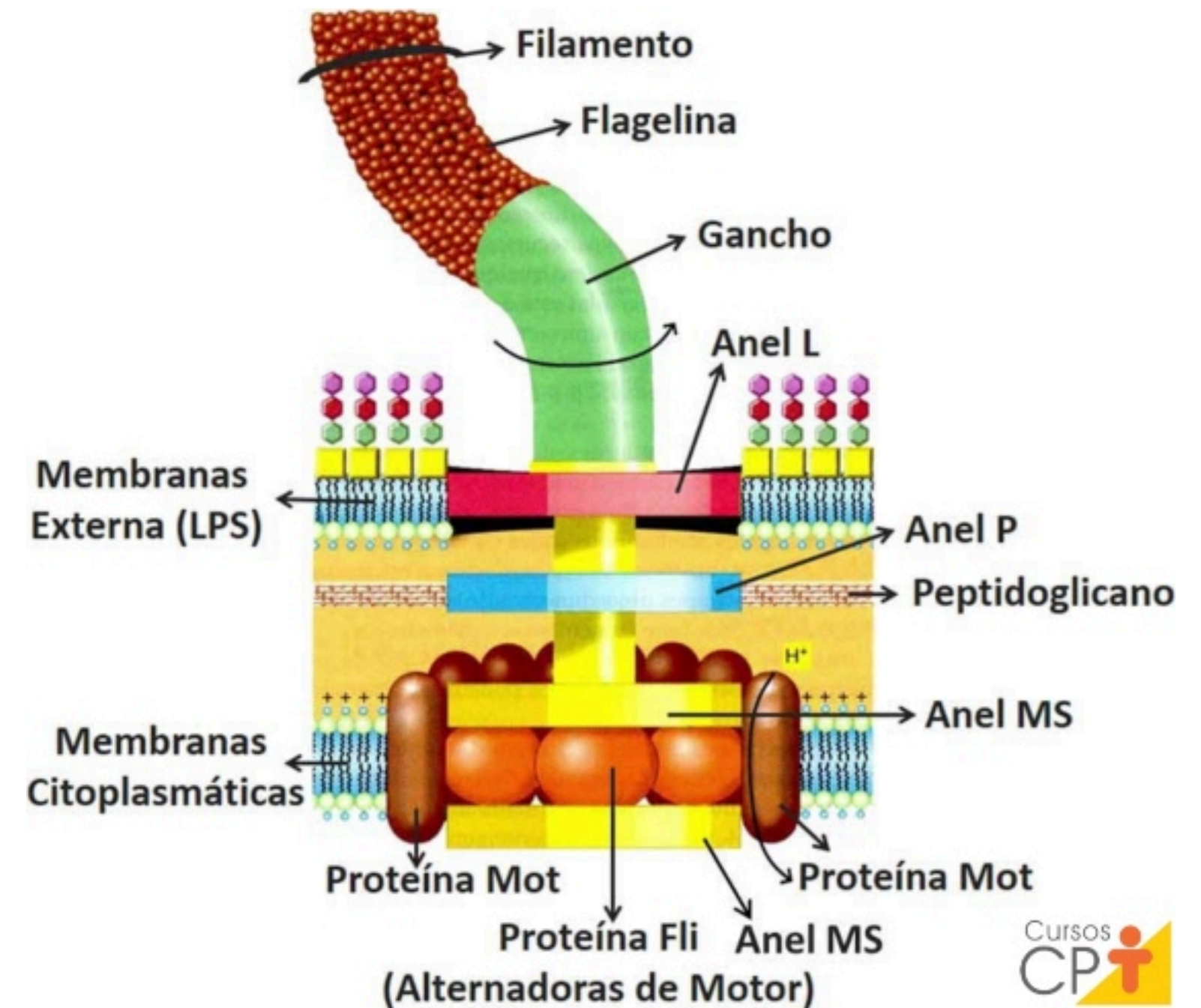
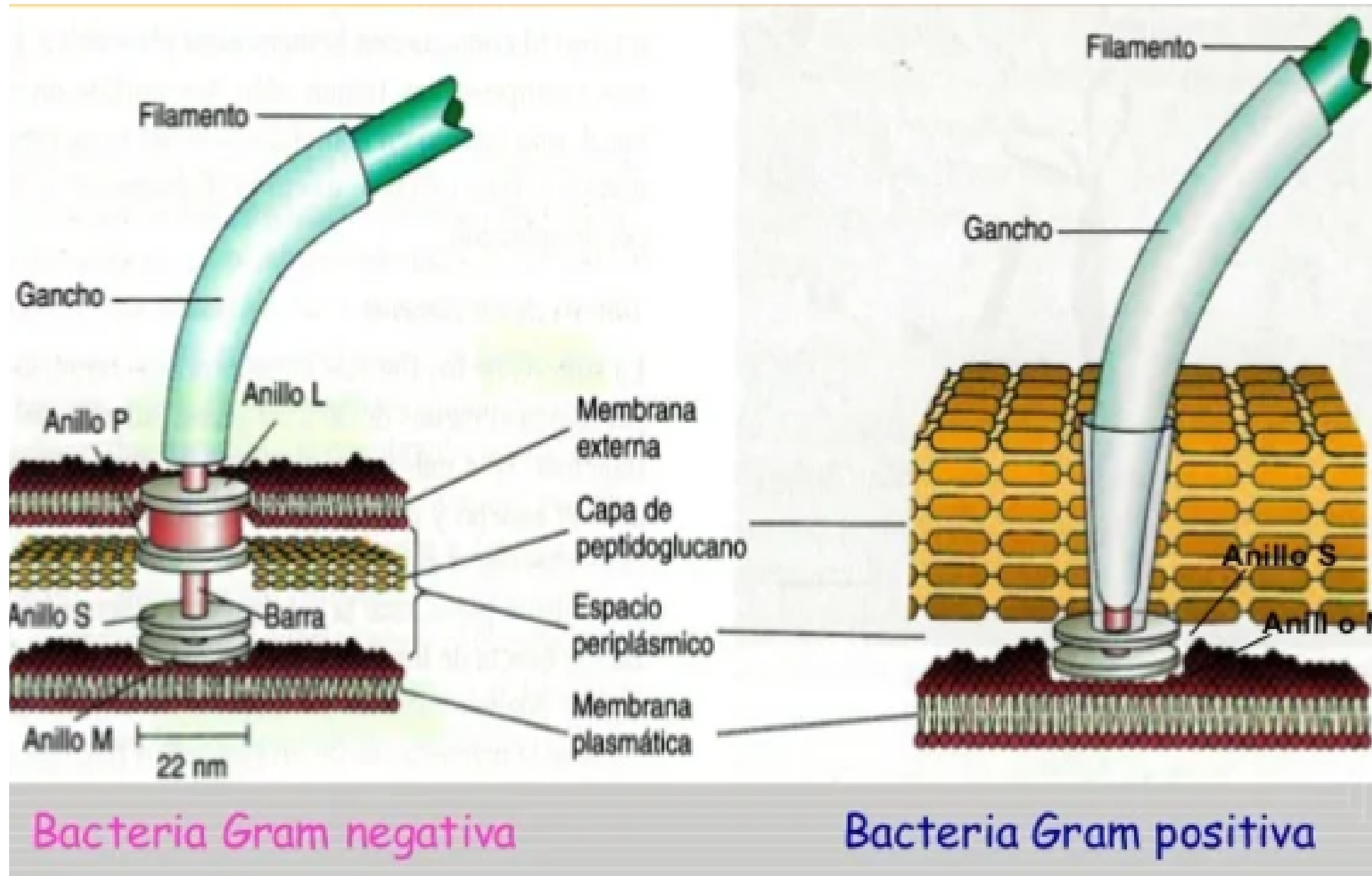
Wang *et al.*, 2017

Antonio Leal-Morales, Marta Pulido-Sánchez, Aroa López-Sánchez, Fernando Govantes (2021) Transcriptional organization and regulation of the *Pseudomonas putida* flagellar system. *Environmental Microbiology*. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15857>

# ESTRUCTURAS EXTERNAS

## Flagelos

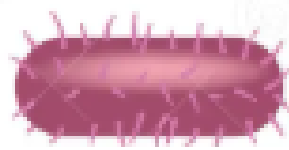
## Células Gram negativas



# ESTRUCTURAS EXTERNAS

Clasificación basada en la disposición flagela

Átrica



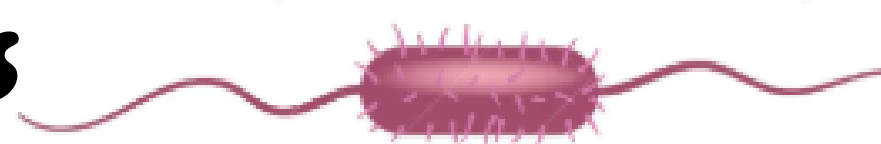
Monótricas



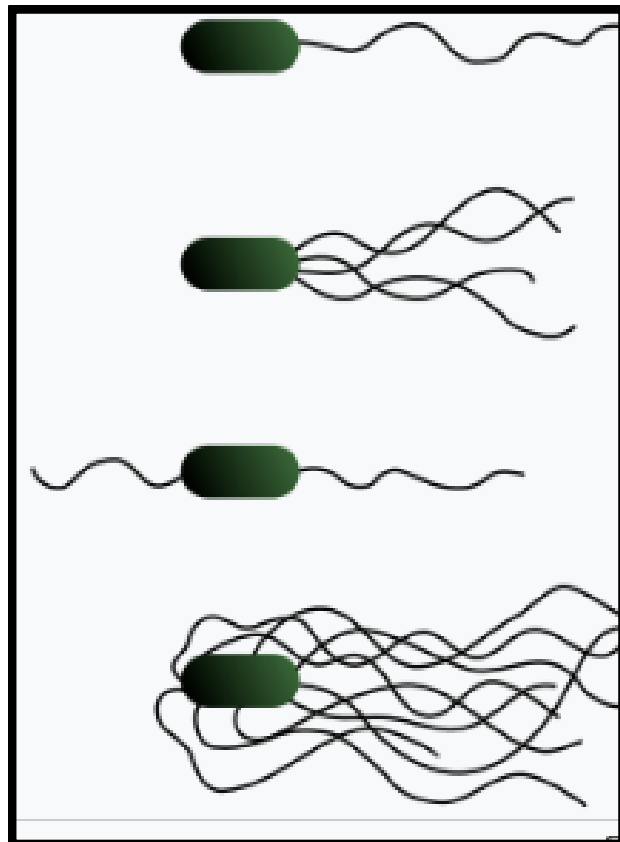
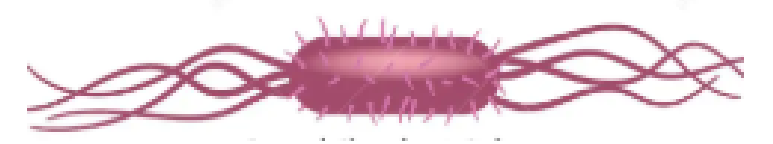
Lofótricas



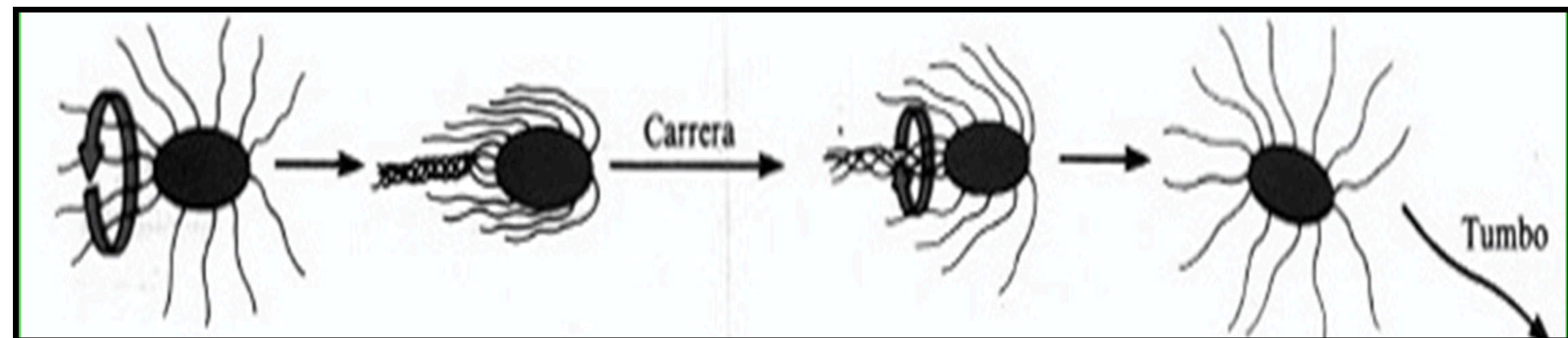
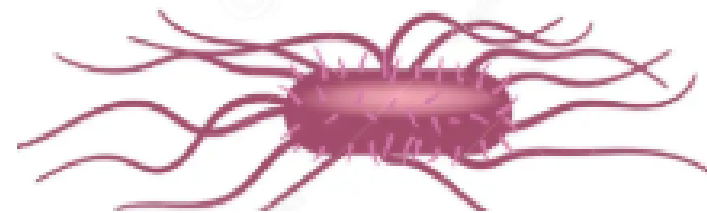
Anfítricas



Anfilofótricas



Perítricas



Thomson NM, Rossmann FM, Ferreira JL, Matthews-Palmer TR, Beeby M, Pallen MJ. Bacterial Flagellins: Does Size Matter? Trends Microbiol. 2018 Jul;26(7):575-581.

Fisher JF, Mobashery S. Constructing and deconstructing the bacterial cell wall. Protein Sci. 2020 Mar;29(3):629-646.

# ESTRUCTURAS EXTERNAS

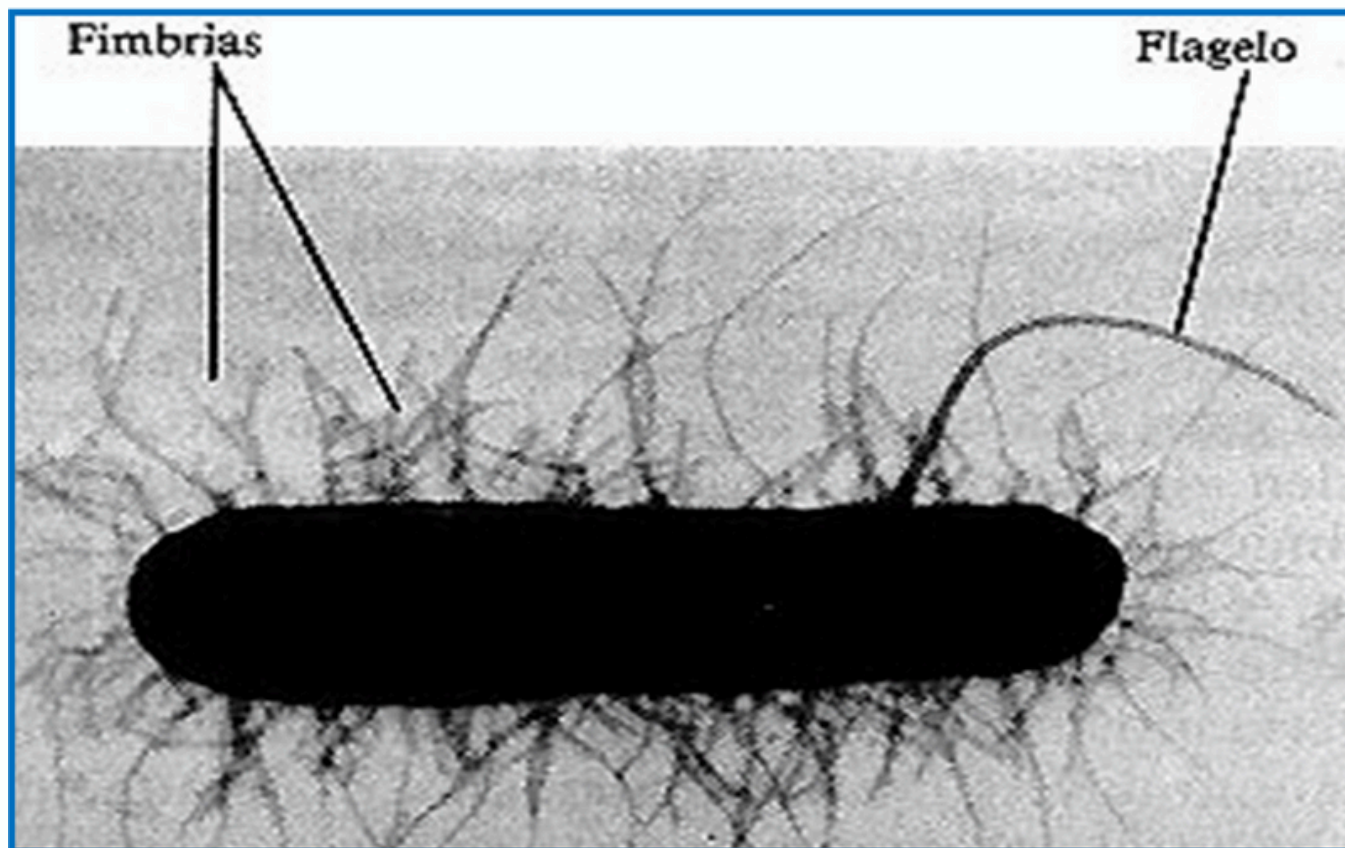
## Fimbrias

Origen: Membrana citoplasmática

Cantidad: 1-5 hasta cientos

Composición: Pilina

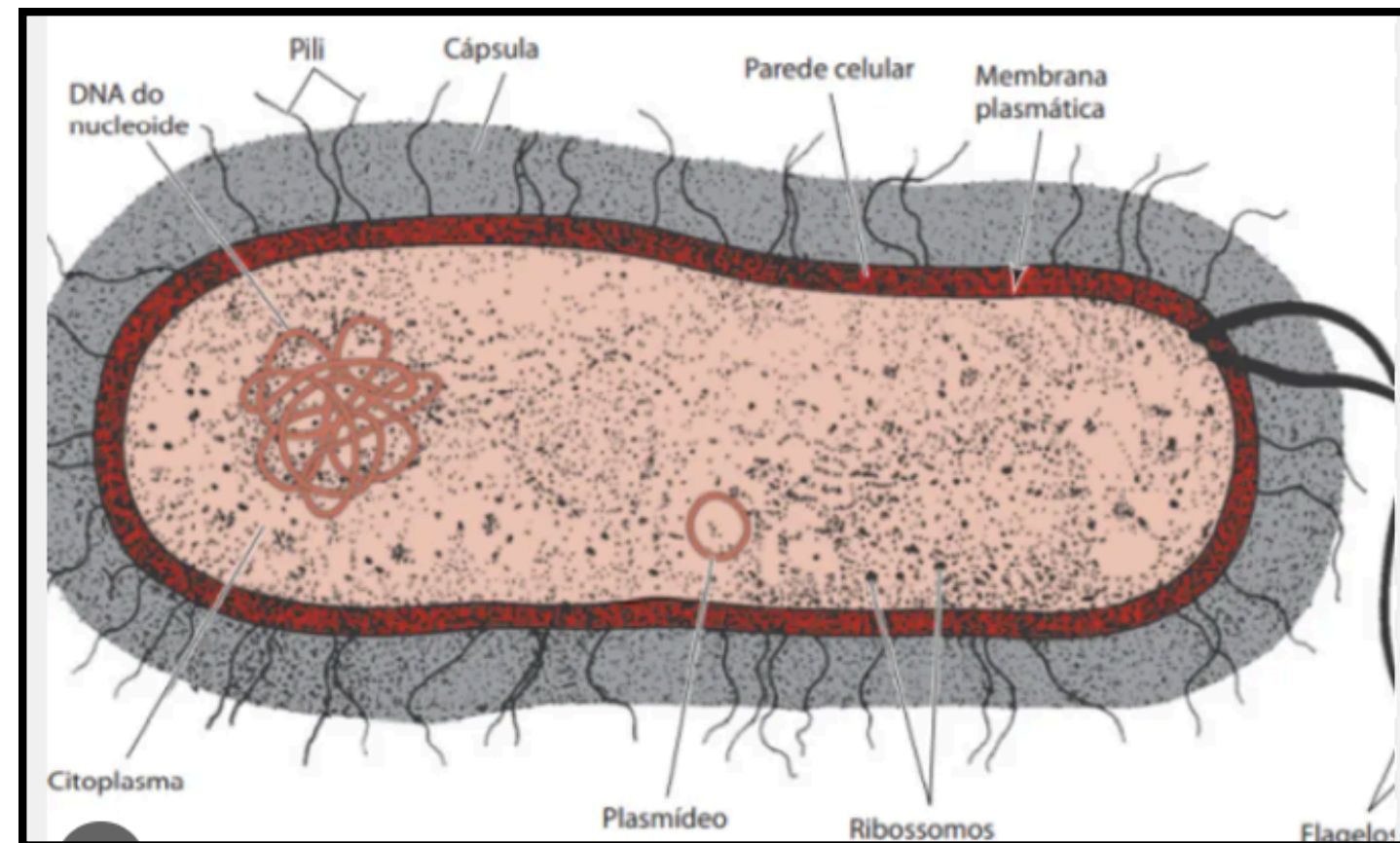
Función: Adherencia y donador genético (ADN)



# ESTRUCTURAS EXTERNAS

- Origen:** Sistemas de compuestos orgánicos depositados fuera de pared.
- Composición:** Polisacaridos, polipeptidos o polisacaridos y proteínas.

## Cápsula



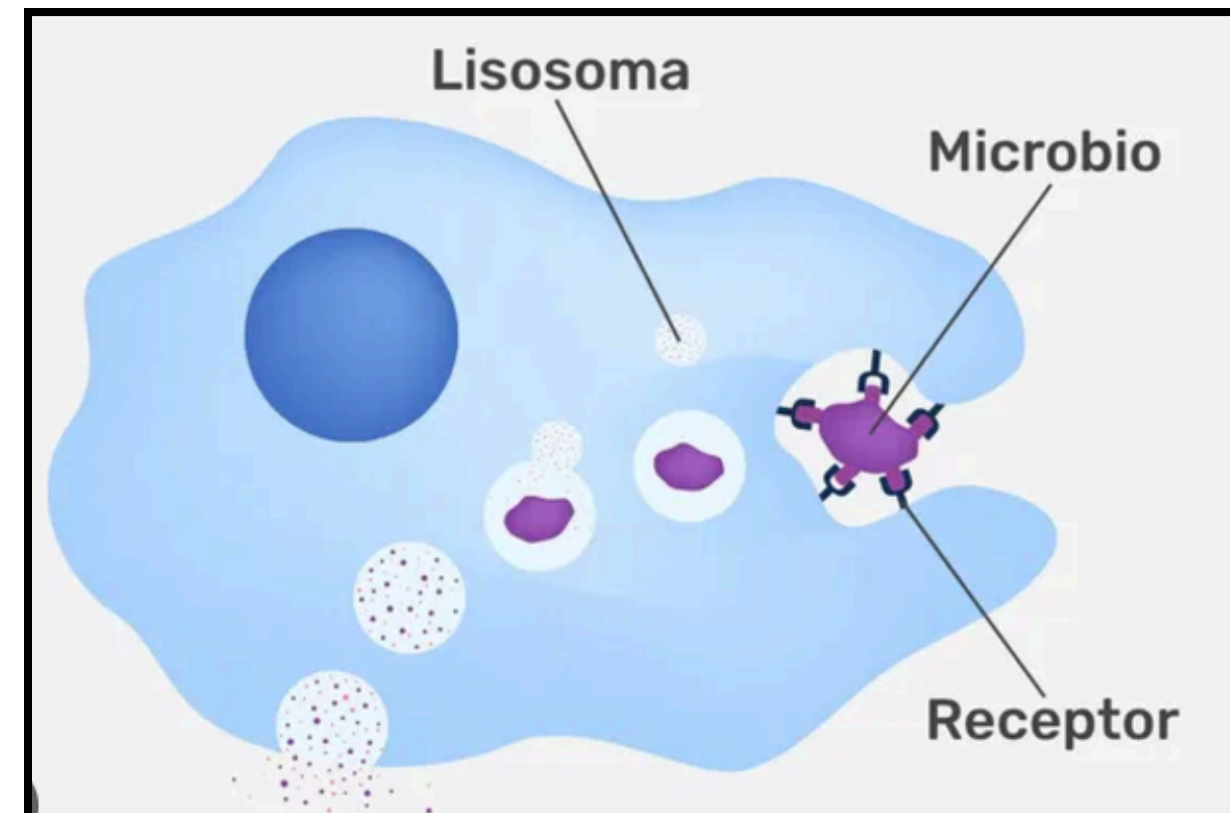
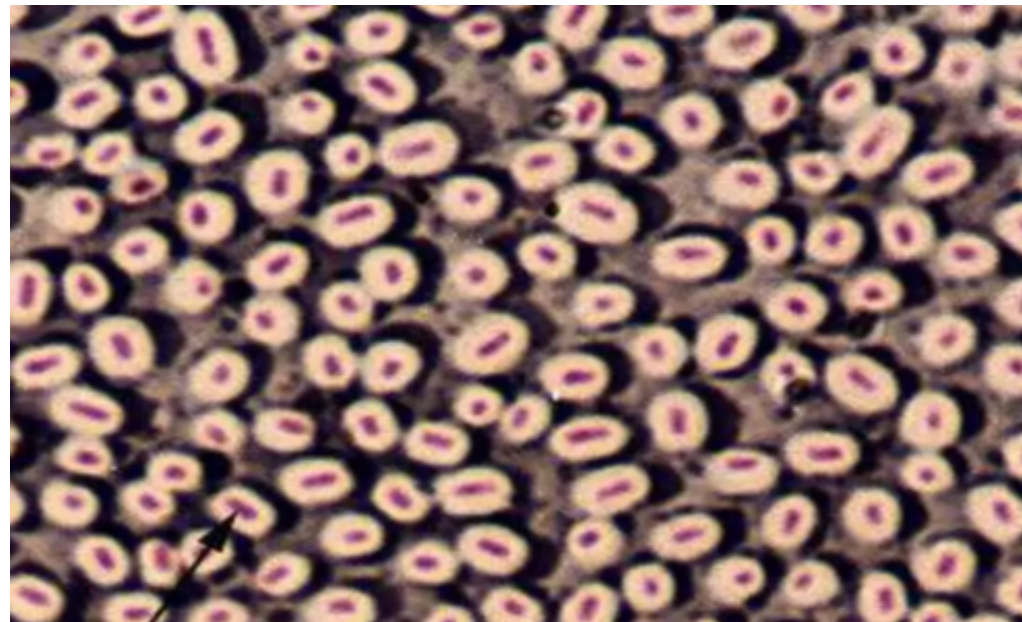


# ESTRUCTURAS EXTERNAS

## Cápsula

## Función

- Protección
- Resistencia a la fagocitosis
- Aumenta la virulencia en bacterias patógenas



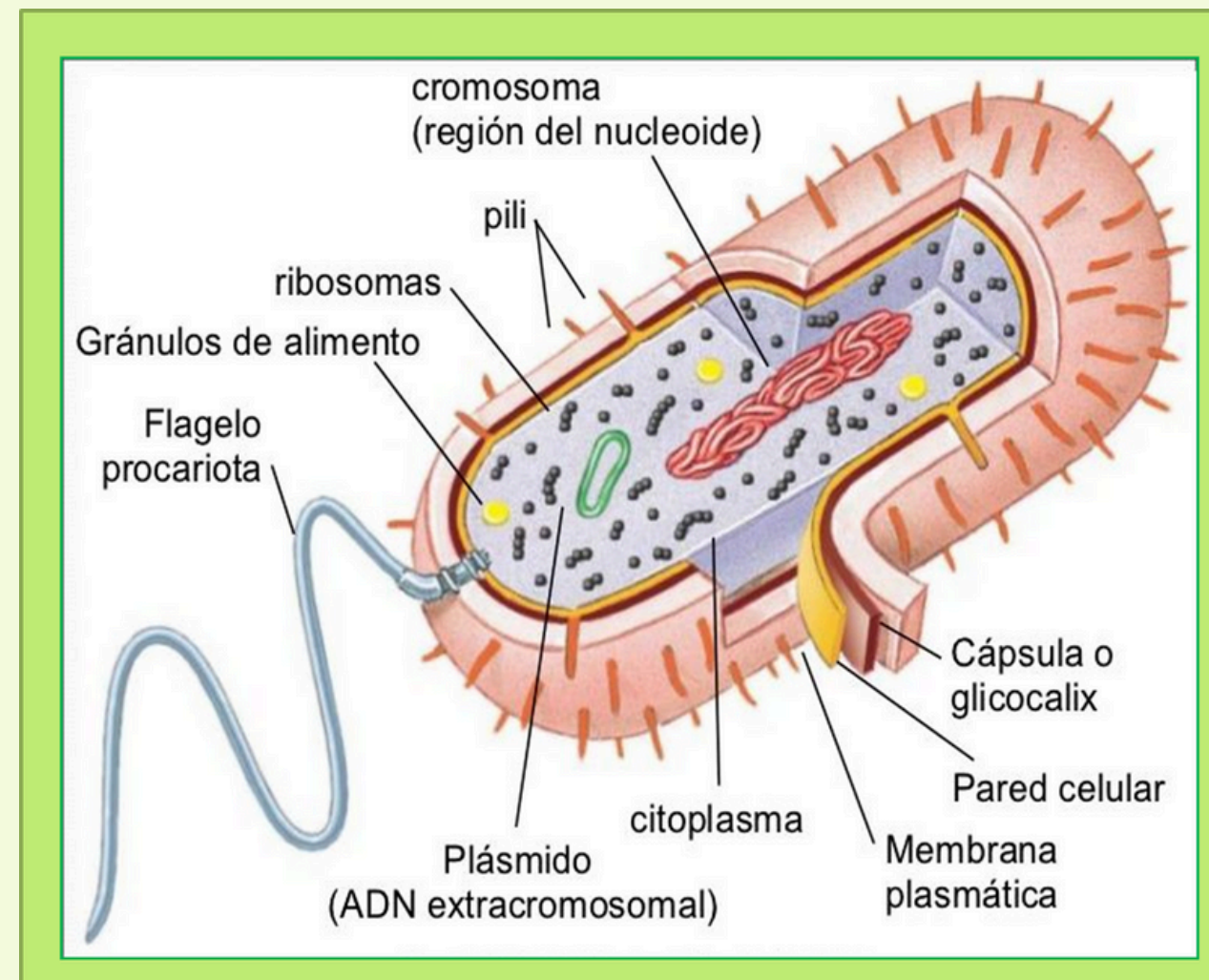
# ESTRUCTURAS INTERNAS

## ESTRUCTURAS INTERNAS

- **Pared celular**
- **Membrana citoplasmática**
- **Citoplasma**
- **Nucleoplasma**

## ESTRUCTURAS INTERNAS

- **Gránulos**
- **Pigmentos**
- **Esporas**
- **Plásmidos**

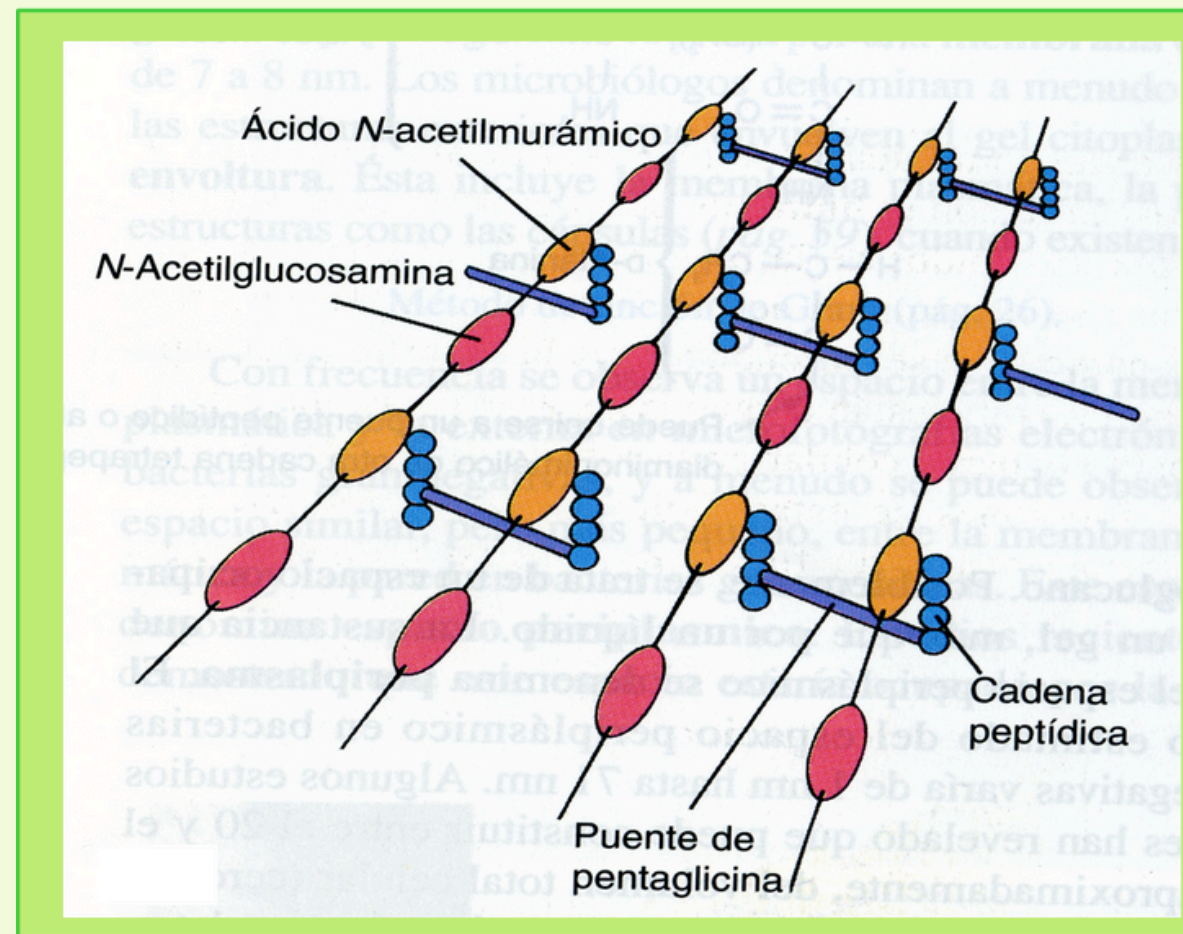


# ESTRUCTURAS INTERNAS

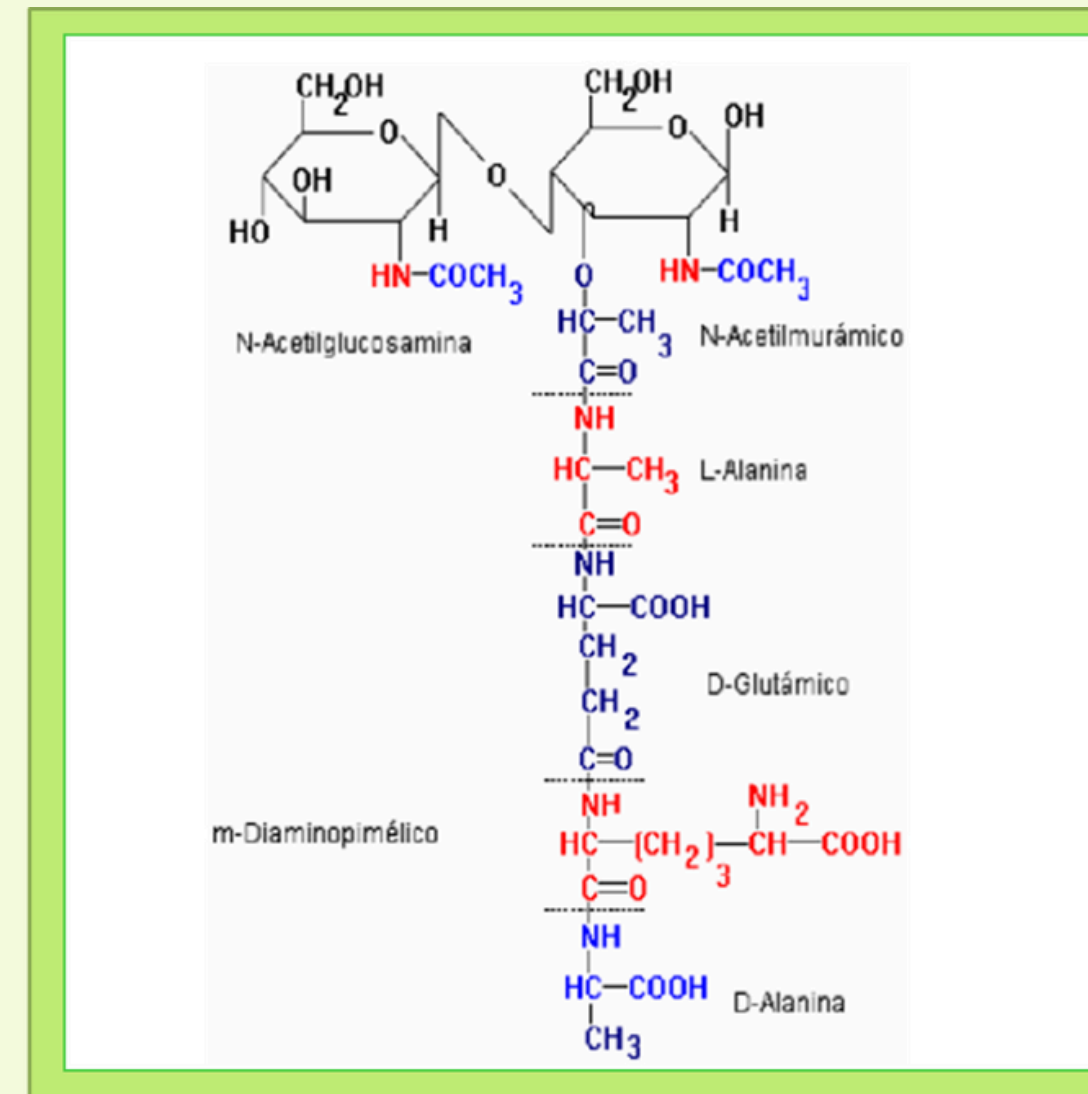
## PARED CELULAR

Composición: peptidoglucanos o mureína

Peptidoglucano: N-acetilglucosamina y ácido N-acetilmurámico) y aminoácidos (L-alanina, d-alanina, ácido d-glutámico y lisina o ácido diaminopilémico)



Grosor: 2-80 nm

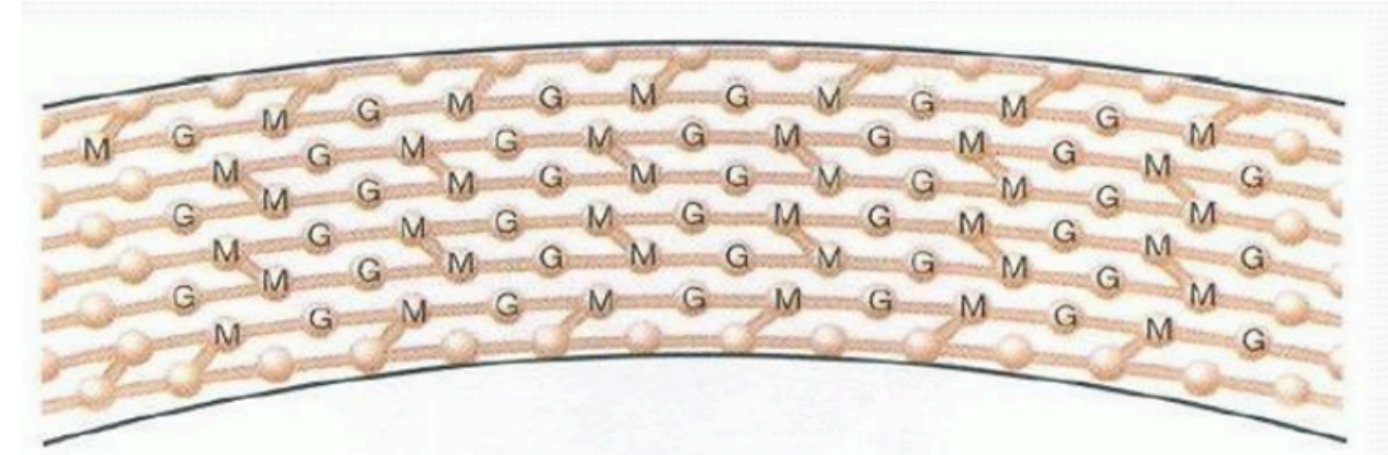
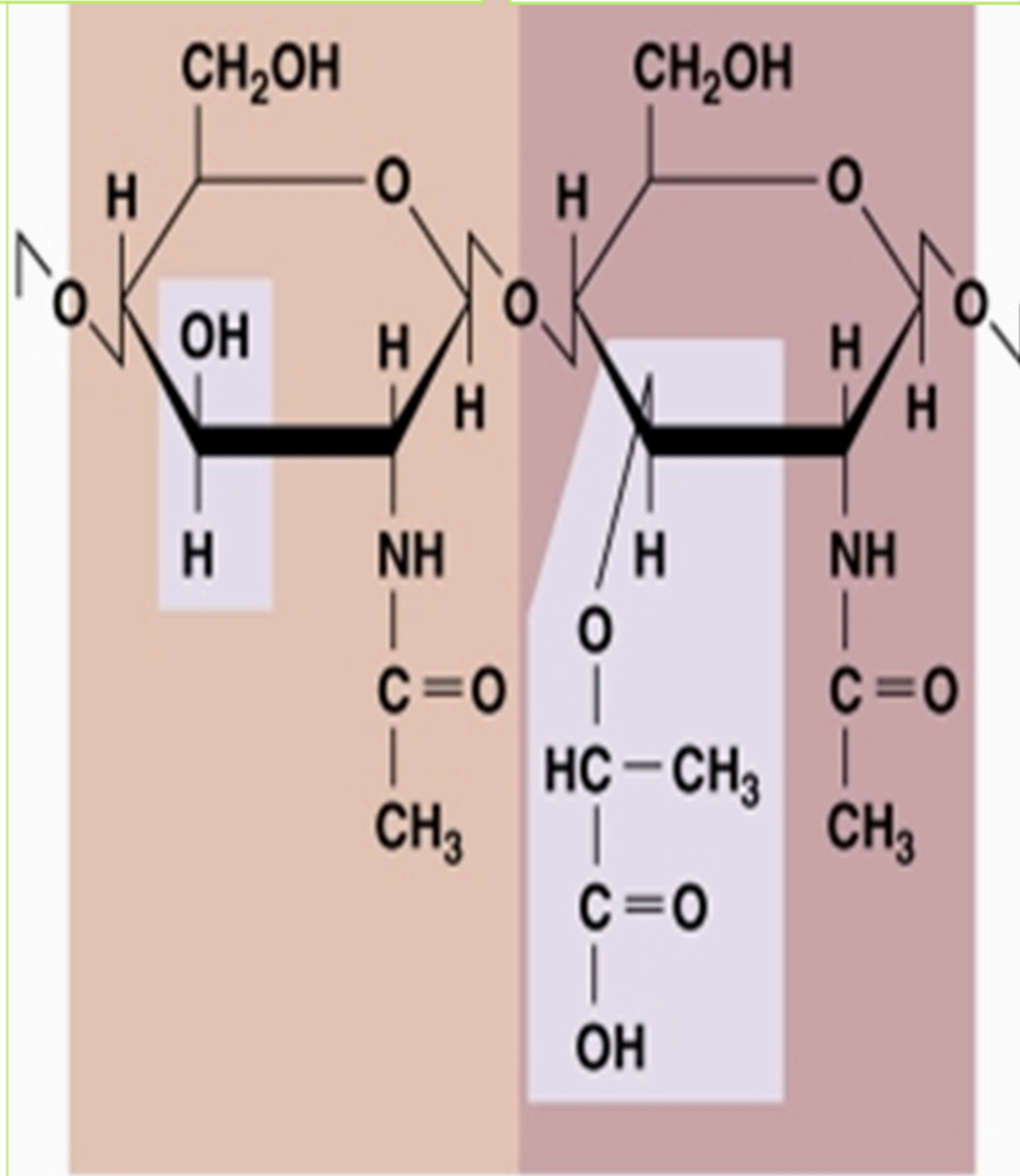


# ESTRUCTURAS INTERNAS

## PARED CELULAR

N-  
acetilglucosamina

Acido N-  
acetilmurámico



### Función:

- ✓ Forma de la célula
- ✓ Protección del citoplasma
- ✓ Barrera física (enzimas líticas, ácidos nucleicos, partículas virales)

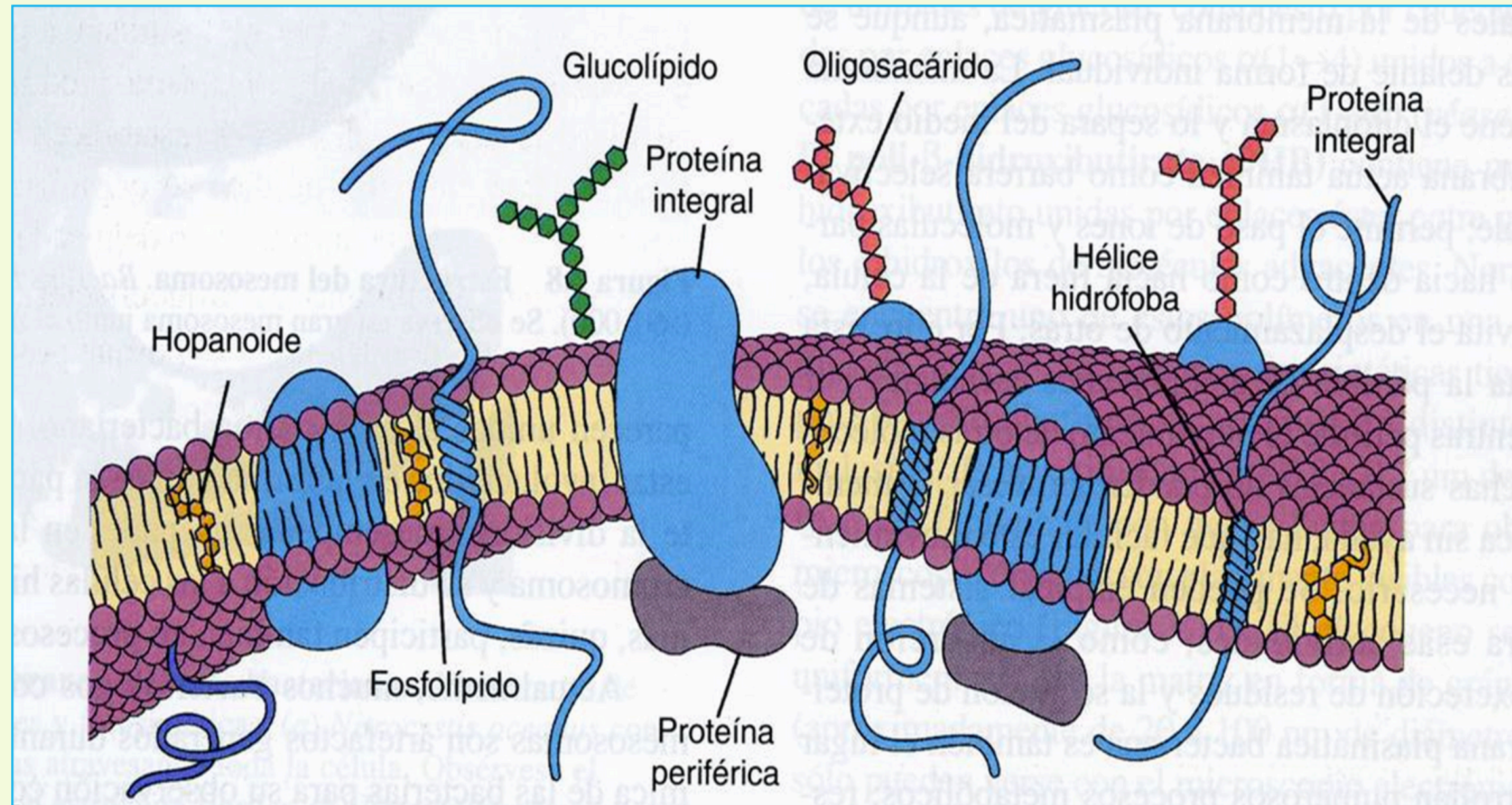
# ESTRUCTURAS INTERNAS

## MEMBRANA CITOPLASMÁTICA

Composición: Lípidos (15-20%)

Proteínas (60-70%)

Grosor: 7,5 nm



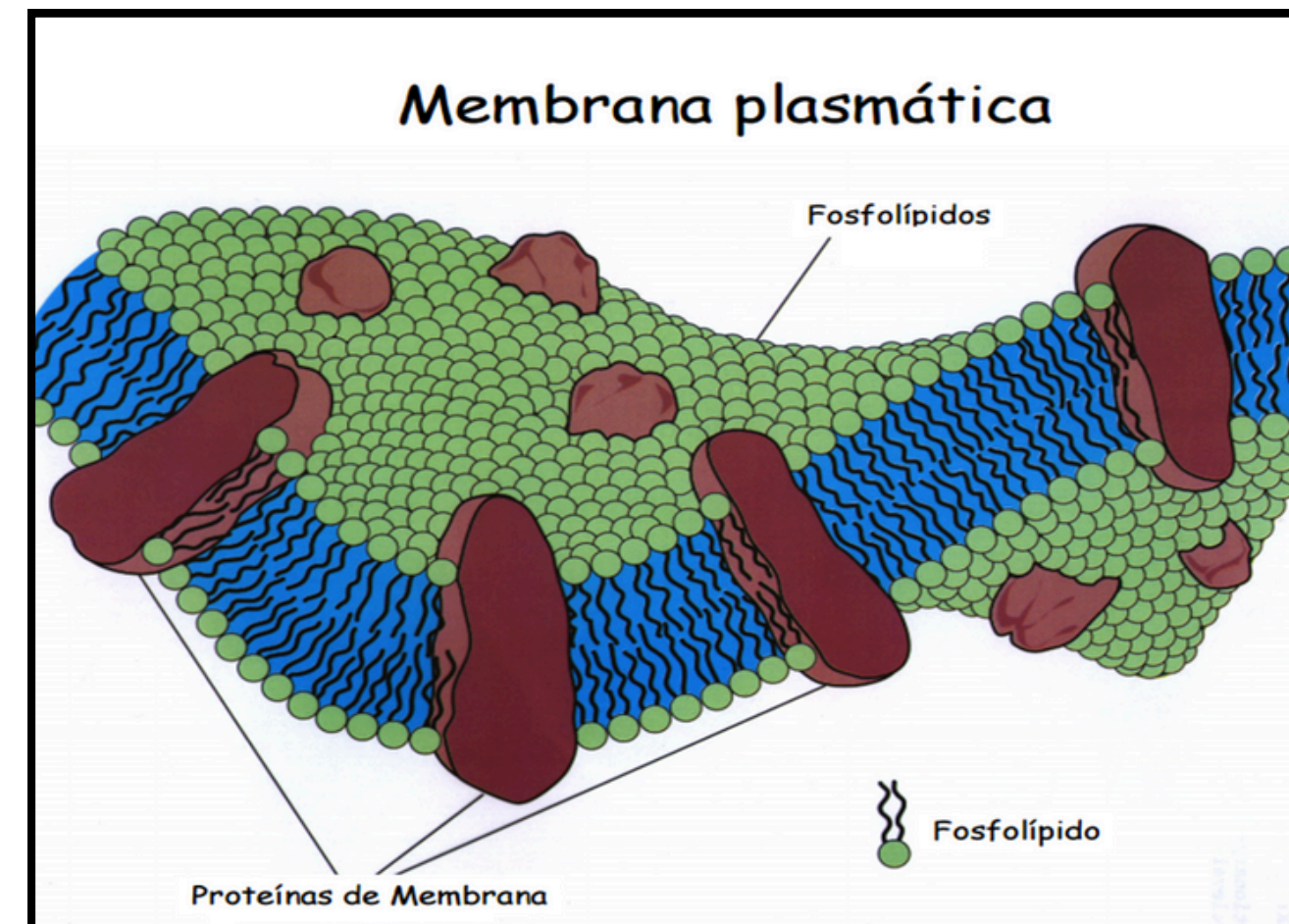
# ESTRUCTURAS INTERNAS

## MEMBRANA CITOPLASMÁTICA

### Función

- ✓ Barrera osmótica
- ✓ Respiración y fotosíntesis
- ✓ Síntesis de ATP
- ✓ Síntesis de la pared celular y la cápsula

**Soporte ordenado  
de los sistemas  
enzimáticos**



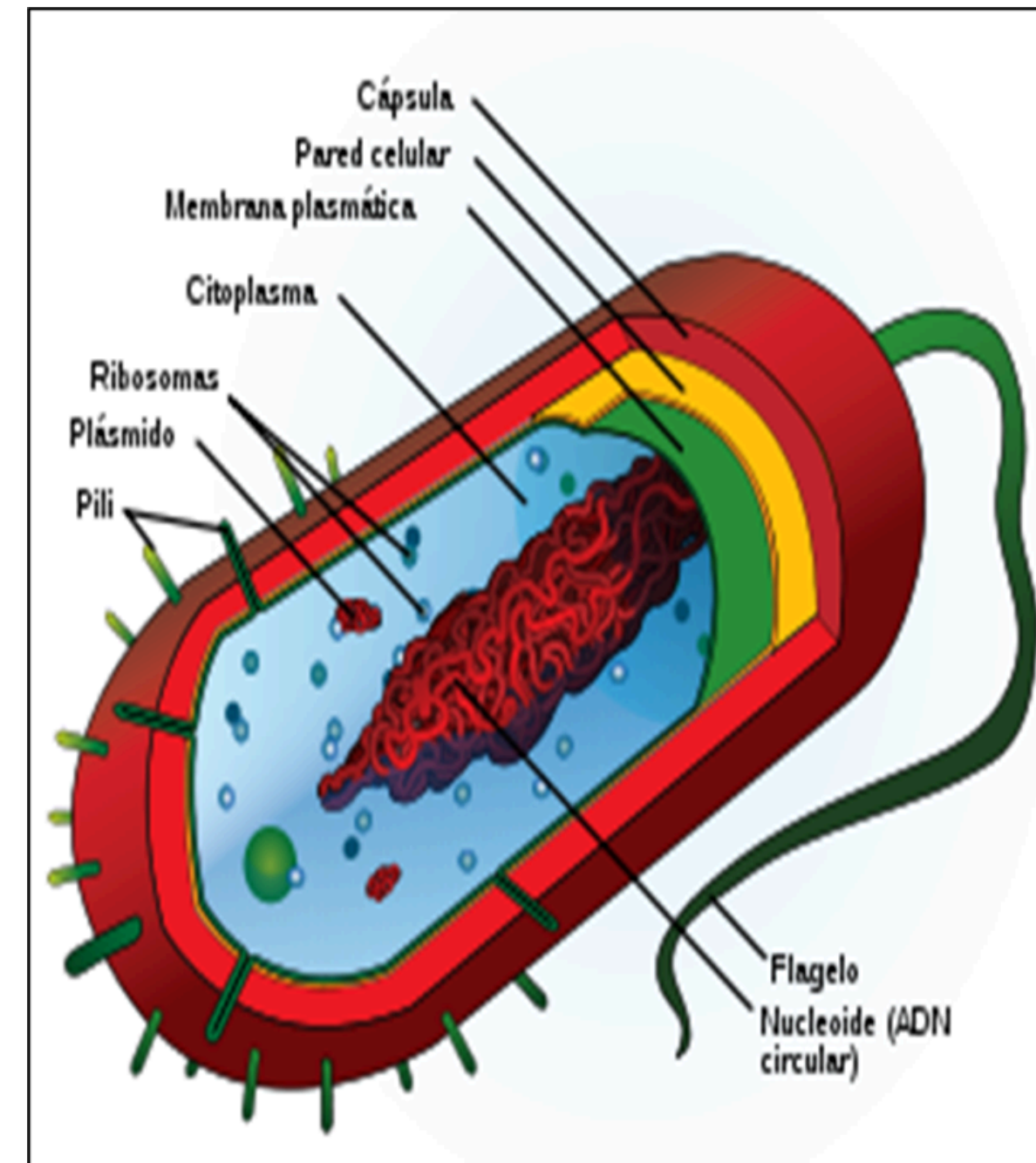
# ESTRUCTURAS INTERNAS

## CITOPLASMA

**Composición: Agua, carbohidratos, lípidos, proteínas y sales inorgánicas**

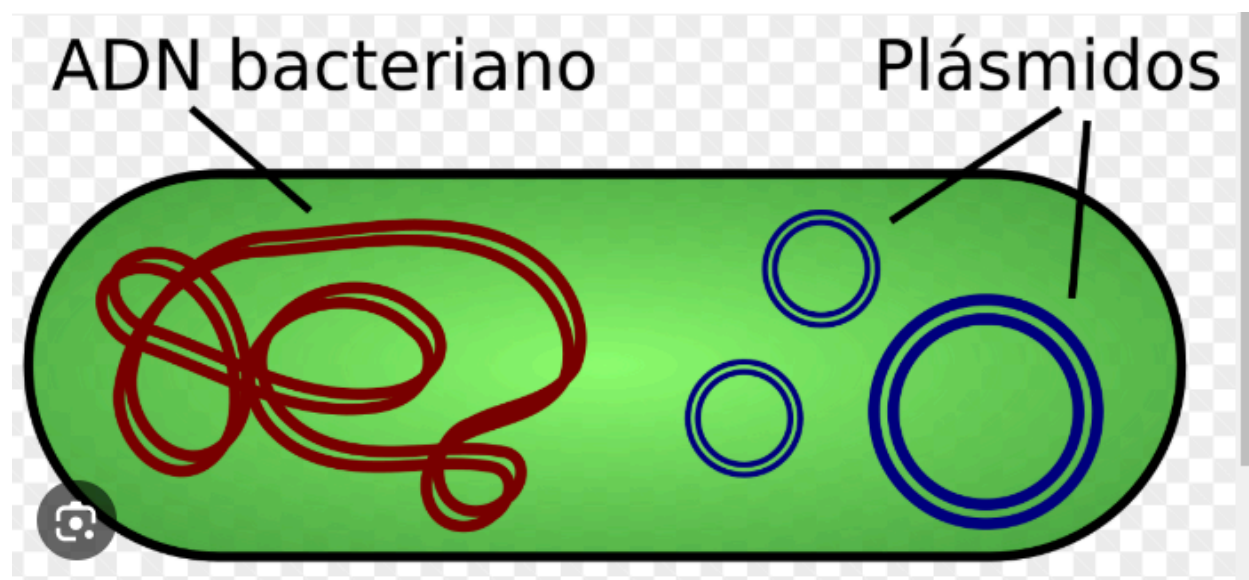
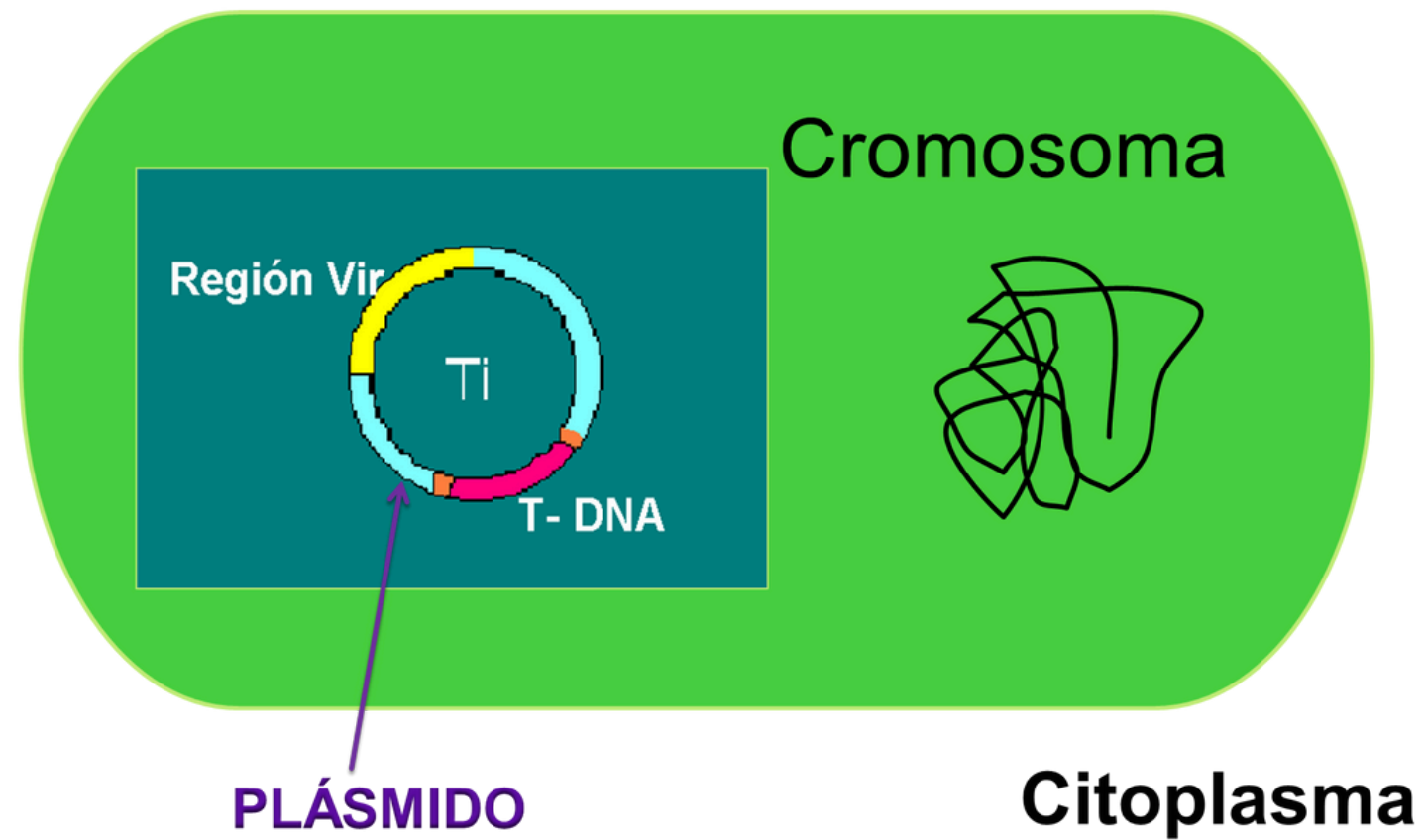
### Función

- Contiene gran parte de las enzimas de degradación y síntesis
- Ribosomas + ARNm = Proteínas

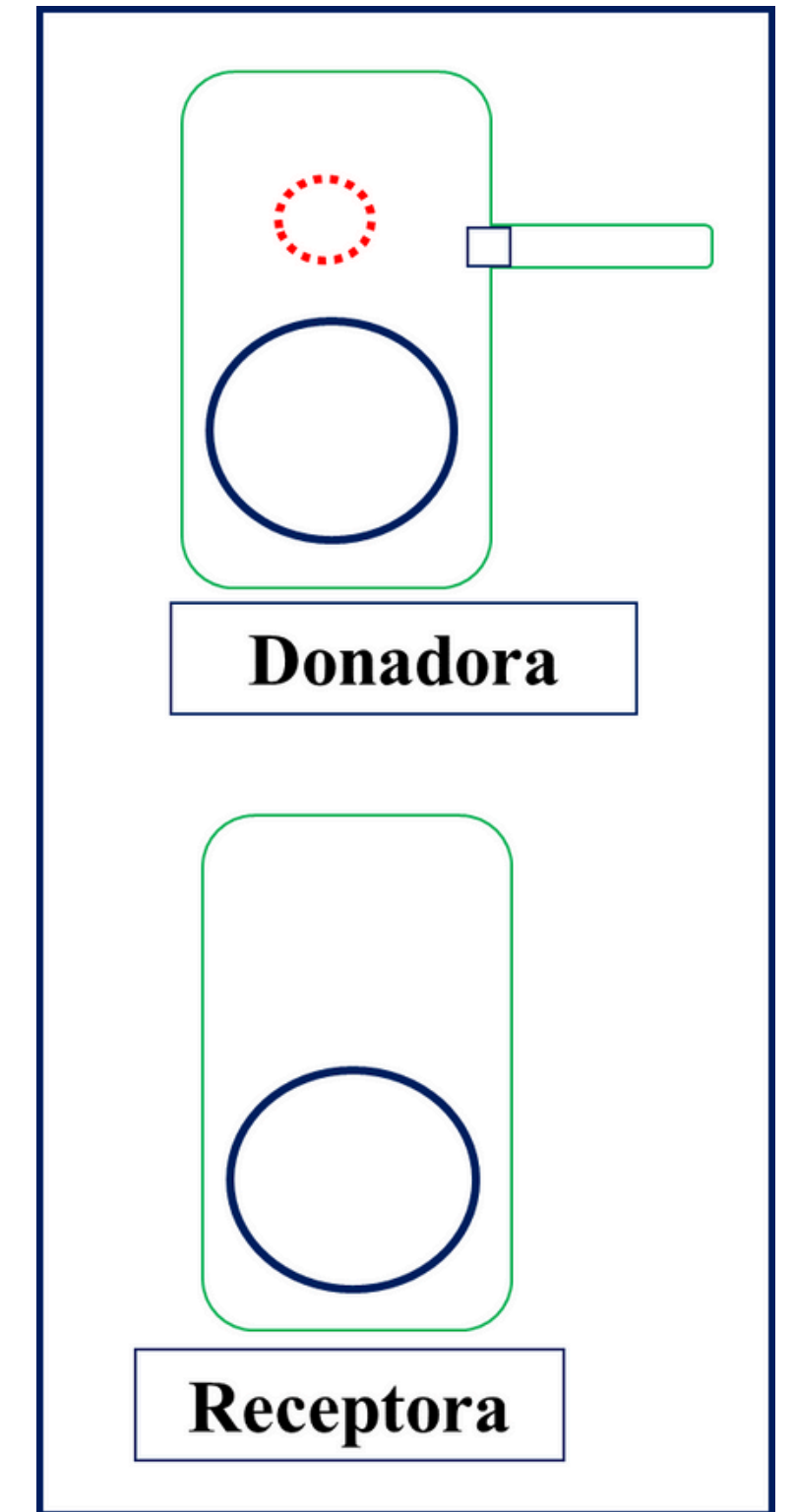
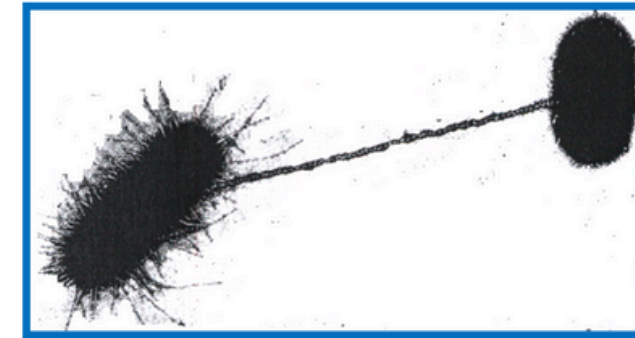


# ESTRUCTURAS INTERNAS

## CÉLULA BACTERIANA



# PLÁSMIDO



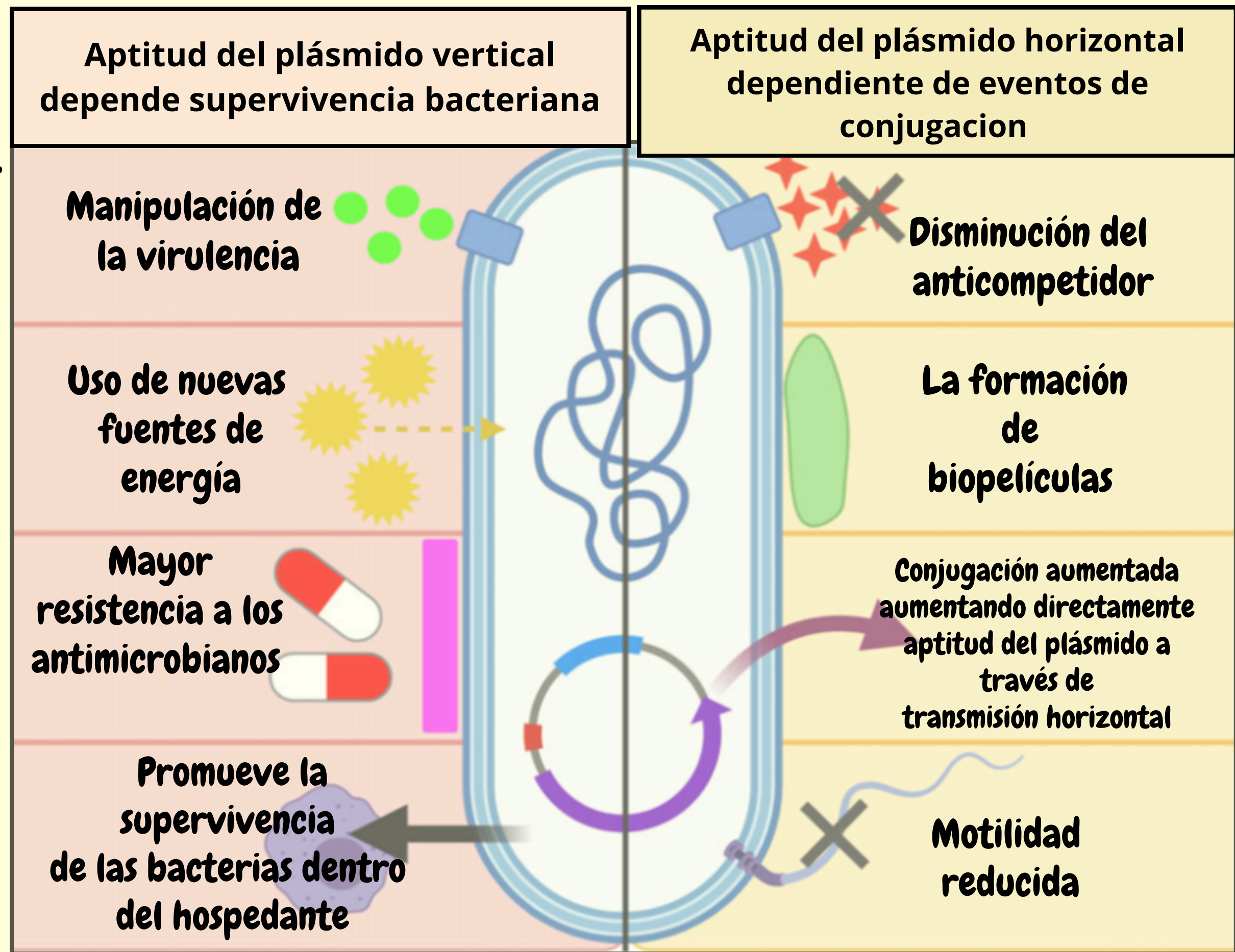


# TIPOS DE PLASMIDOS

- Plasmidos col (bacteriocinas).  
Antimicrobianos
- Plásmidos conjugativos.
- Plásmidos R (Salmonella y Shigella)
- Plásmidos de virulencia.
- Plásmidos metabólicos.



Sobrevivir a factores estresantes o colonizar nuevos nichos.



# ESTRUCTURAS INTERNAS

## PIGMENTOS

**Composición: Carotenoides y antocianinas**

### Función

- **Protección**
- **Efecto antibiótico**
- **Fotoreceptores**

Amarillo pálido, pasando por anaranjado, hasta rojo oscuro, verde

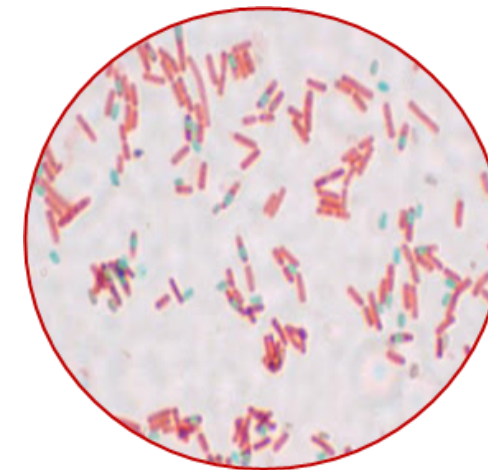
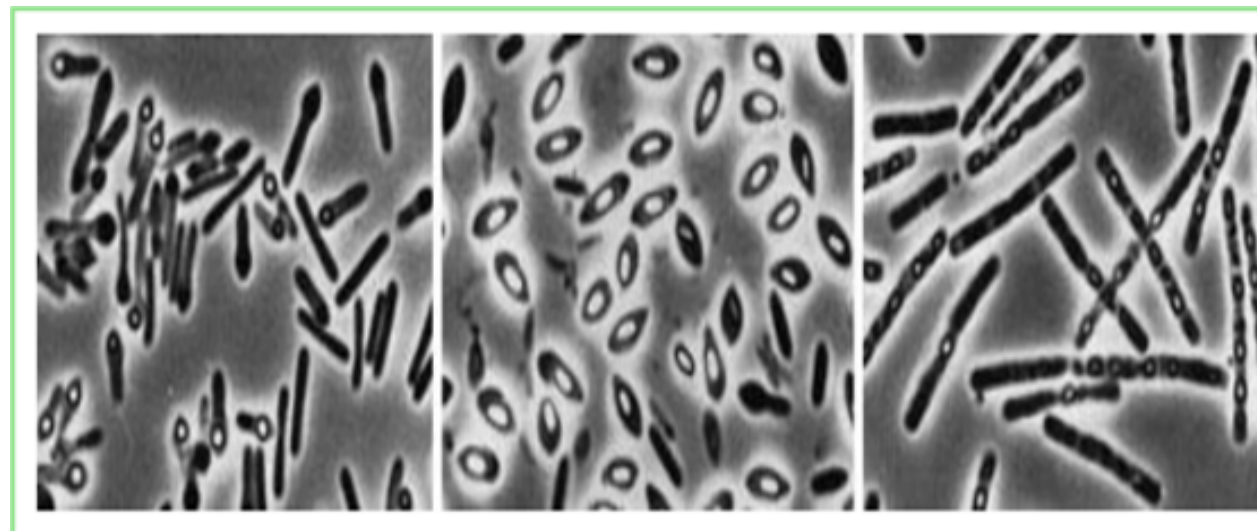
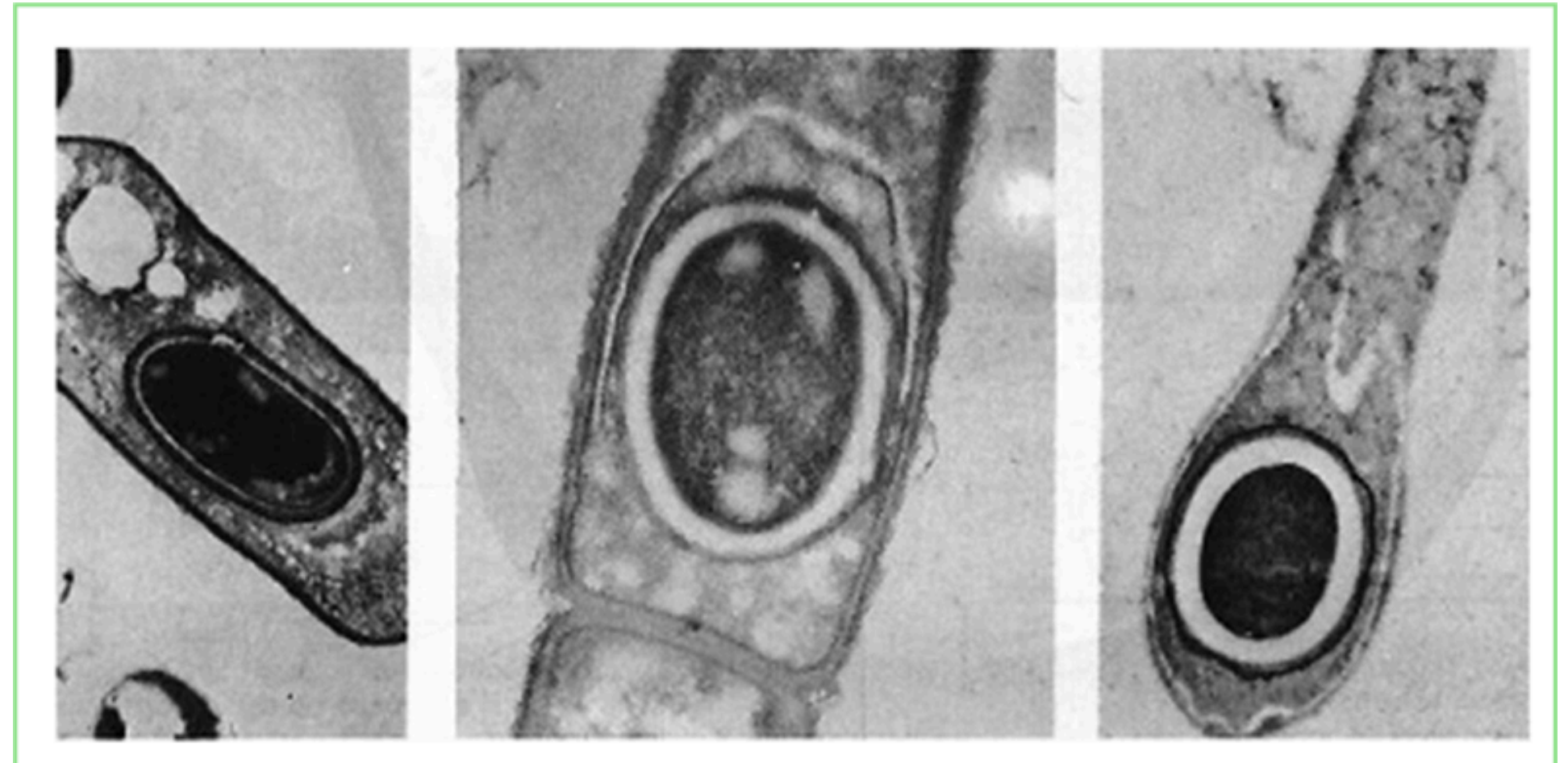


# ESTRUCTURAS INTERNAS

## ENDOSPORA

### TIPOS DE ENDOSPORAS

1. Esporulación clostridial  
Centrales y subterminales
2. Esporulación plectridial  
Terminales



# ESTRUCTURAS INTERNAS

## ENDOSPORA

### 1a. Exosporio.

Proteínas, polisacáridos complejos y lípidos. Resistente a enzimas proteolíticas.

### 1. Cubiertas

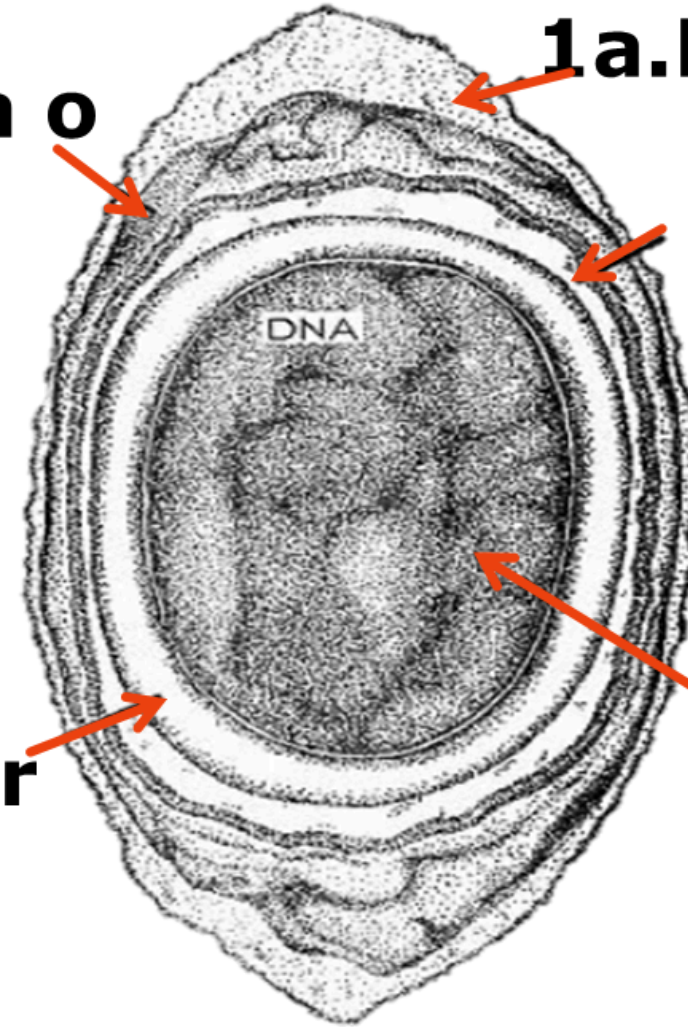
#### 1b. Cubierta o Cutícula

### 3. Pared celular

### 3. Pared celular

### 4. Protoplasto o núcleo.

Citoplasma muy deshidratado (10 - 30%). ADN, ribosomas, ARNt, ARN polimerasa, mono y di nucleótidos pero no ATP.



### 1a. Exosporio

### 2. Corteza o Córtez

### 4. Protoplasto O núcleo

### 1b. Cubierta o cutícula.

Proteínas con enlace disulfuro, que permite resistir a elevadas temperaturas.

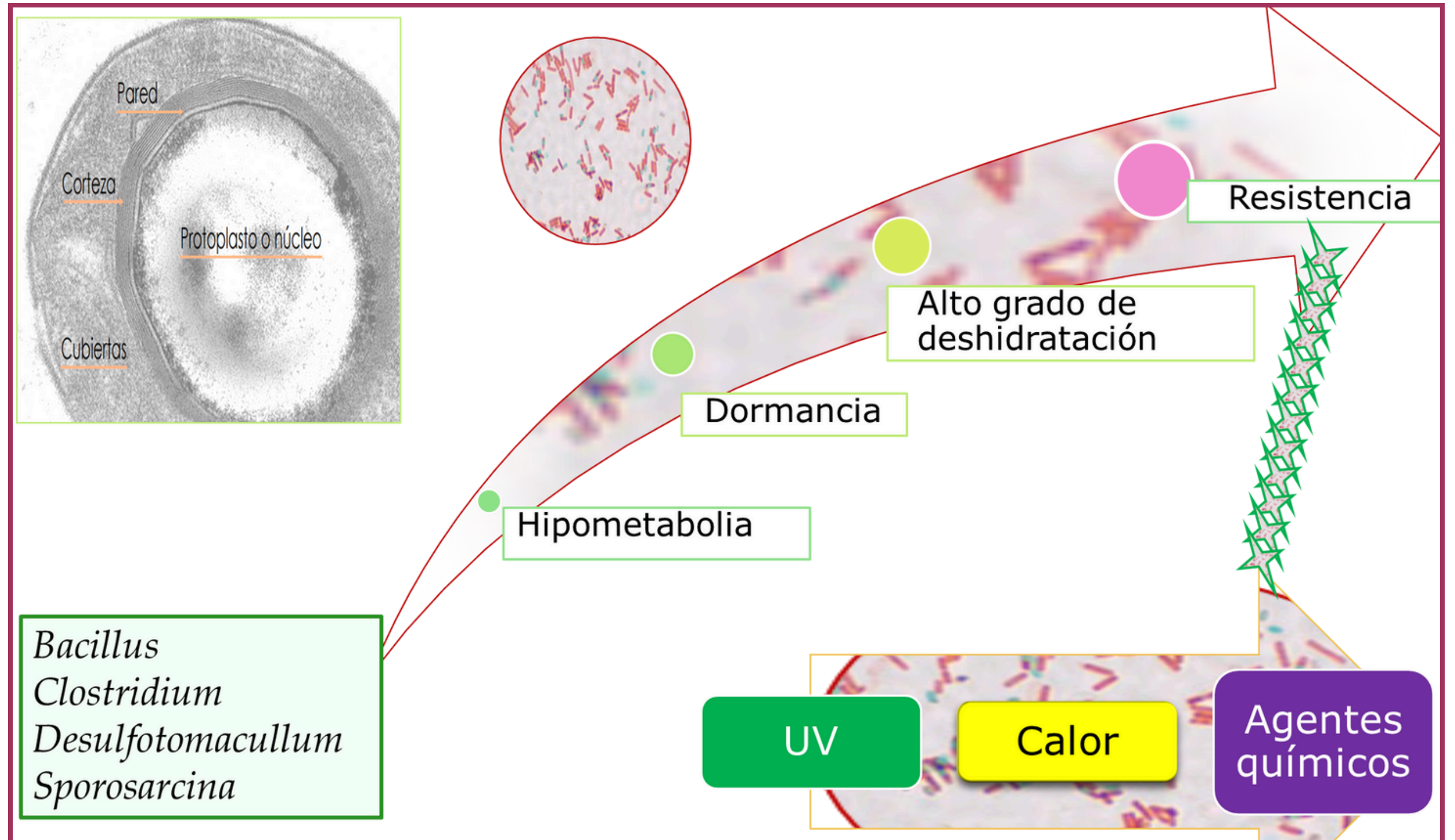
### 2. Corteza o córtex.

peptidoglucano especial.

# PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LA ENDOSPORA BACTERIANA

**Protoplasto o núcleo**  
Tiene un metabolismo inactivo.

**Resistente al calor:**  
**Ácido dipicolínico + iones de calcio**  
**(DIPICOLINATO DE CALCIO)**



*Bacillus*  
*Clostridium*  
*Desulfotomaculum*  
*Sporosarcina*

UV

Calor

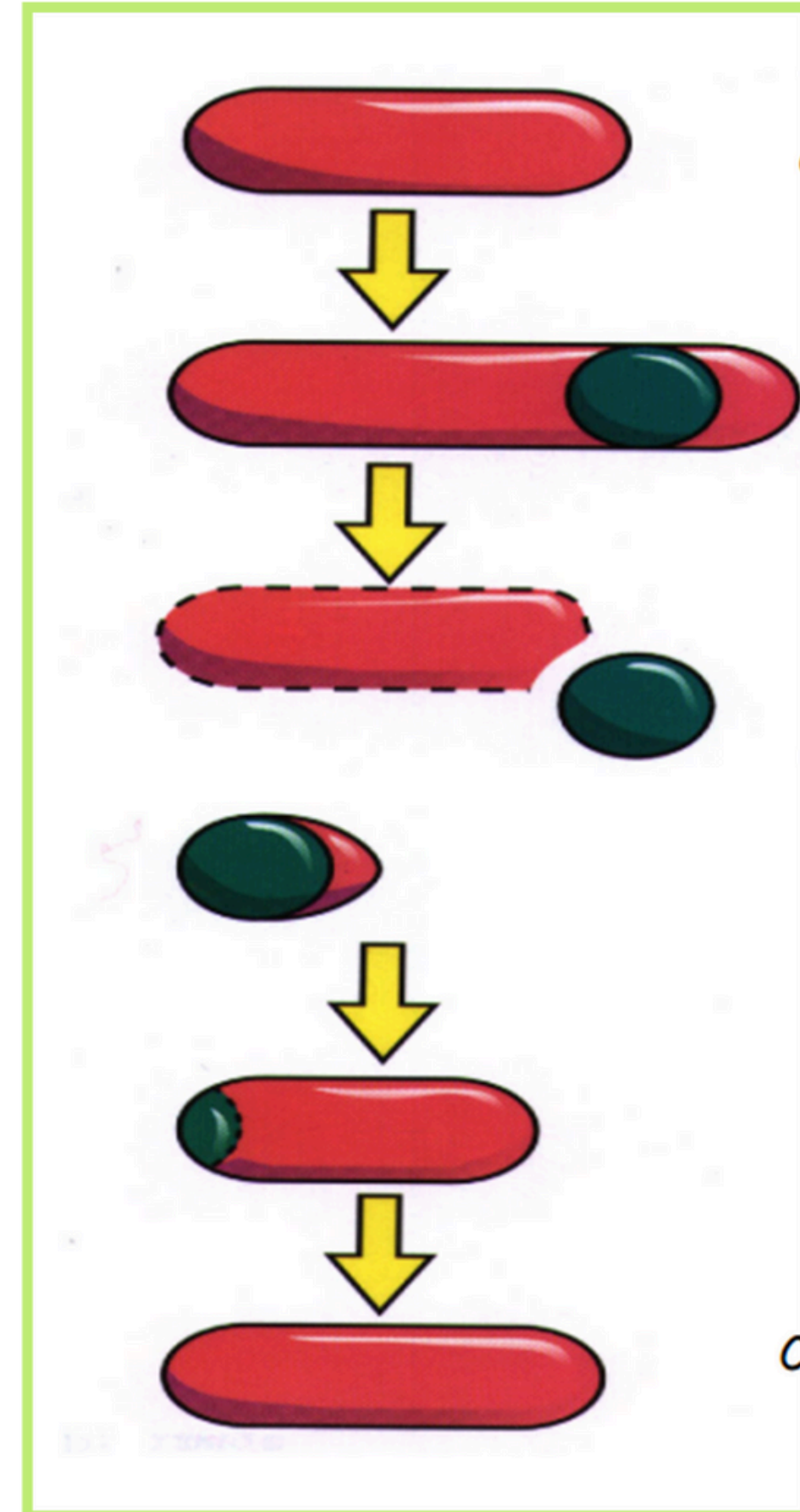
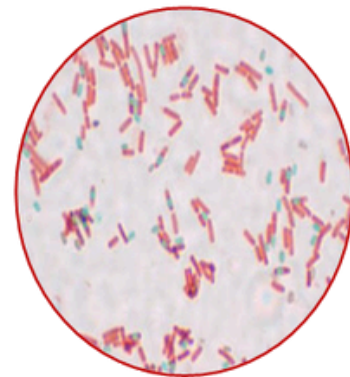
Agentes químicos

# ESTRUCTURAS INTERNAS

## ENDOSPORA

### Función

- ✓ Resistencia a condiciones adversas
- ✓ Perpetuación de la especie



# BACTERIAS

# Tinción de Gram

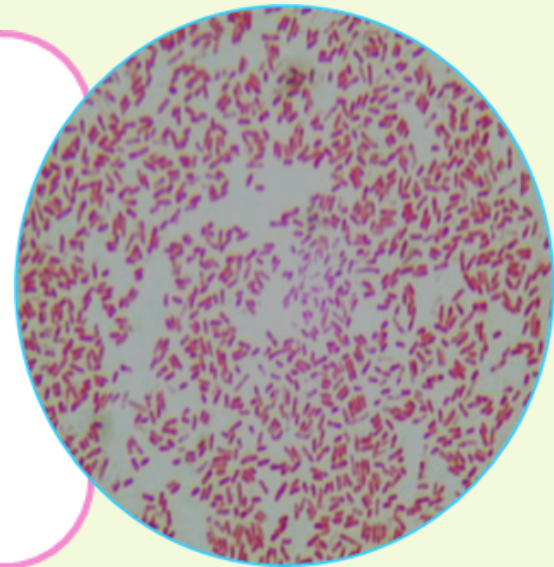
Descubierta en 1884 por Christian Gram



Las bacterias se fijan y tiñen con un colorante básico (cristal violeta o violeta de genciana), después es tratada con una solución de lugol (yodo + yoduro de potasio), luego se decoloran con alcohol acetona y finalmente tiñen con un colorante ácido (safranina ácida)

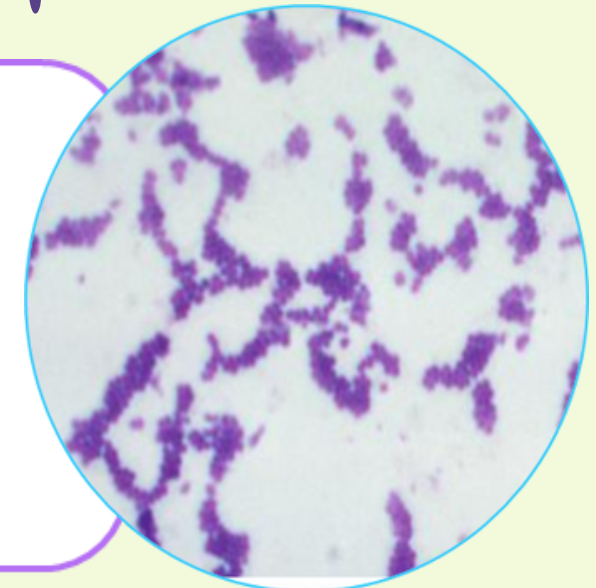
**Gram-**

Bacterias  
Gram  
negativas



**Gram+**

Bacterias  
Gram  
positivas

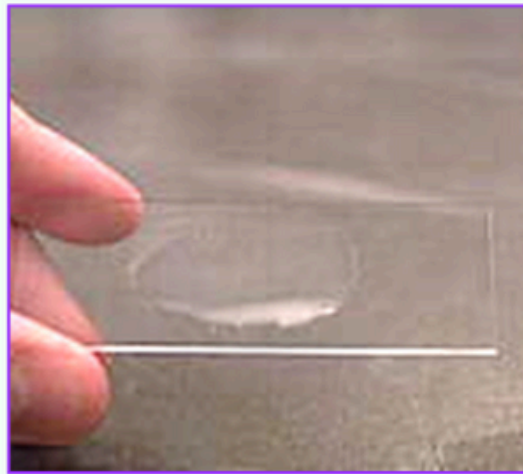


# BACTERIAS

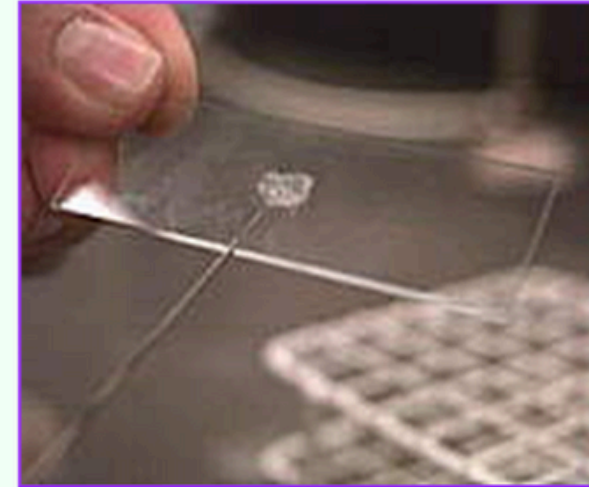
## Tinción Gram



### FROTIS

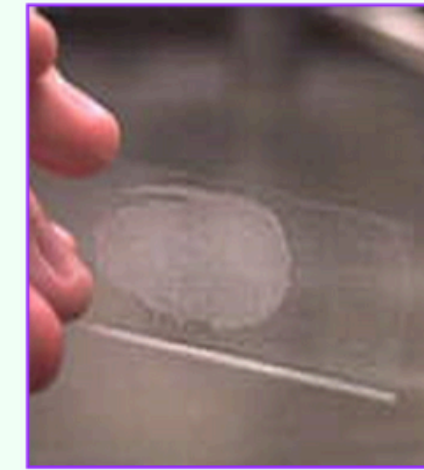


1. Agrega una gota de ADE en el portaobjeto limpia y etiquetada.



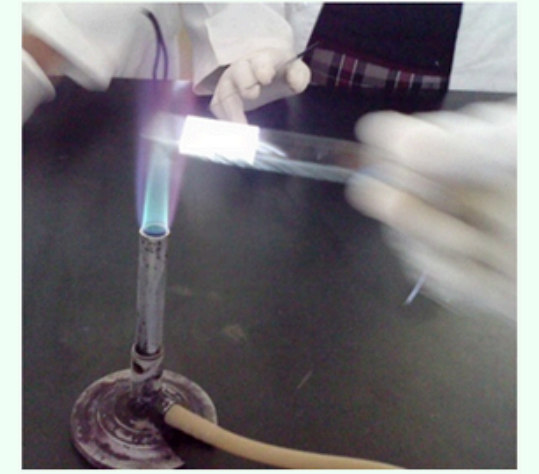
2. Tomar la muestra del material biológico con el ansa de siembra.

### EXTENDER



3. Extender sobre el agua, dejar secar al aire y fijar a la llama del mechero.

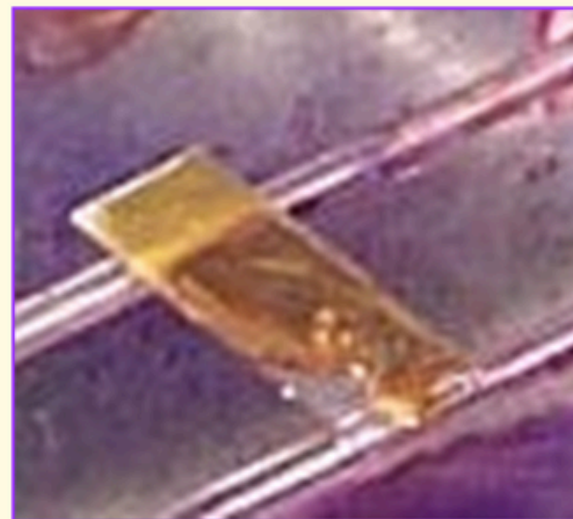
### FIJAR



### TINCIÓN



4. Cubrir la preparación con Cristal Violeta 1', lavar y secar parcialmente.



5. Añadir Lugol (mordiente) durante 1'. Lavar y secar parcialmente



6. Decolorar con Alcohol-acetona 1/2'



7. Cubrir con Safranina 1/2'



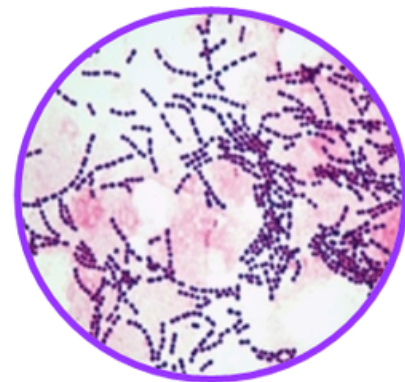
8. Lavar con agua, dejar secar y observar al microscopio



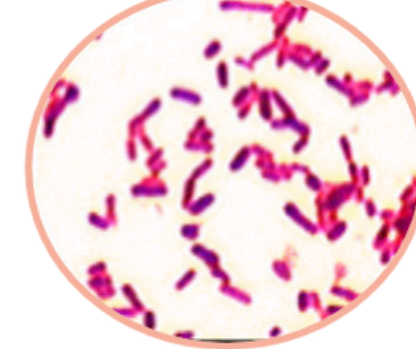
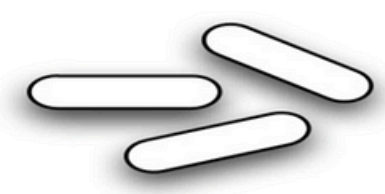
# BACTERIAS

## Tinción Gram

GRAM-POSITIVE



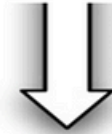
GRAM-NEGATIVE



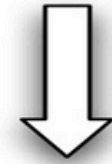
Fijación



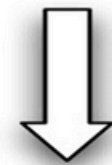
Cristal violeta o violeta de genciana



Lugol



Alcohol-Acetona

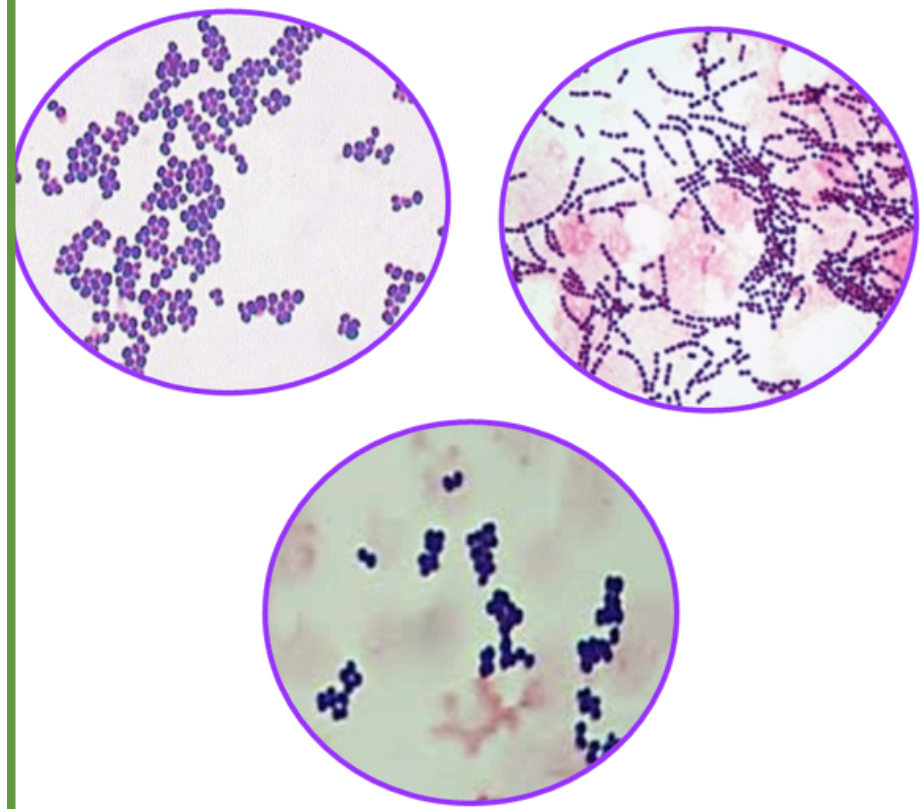


Safranina (Colorante de contraste)

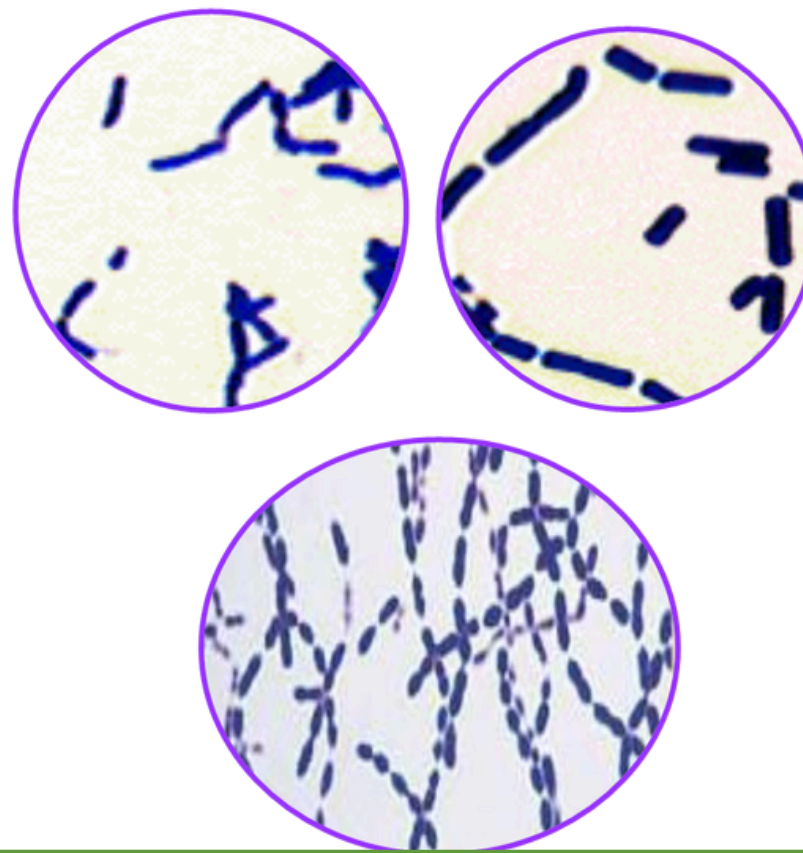
# BACTERIAS

# Tinción Gram

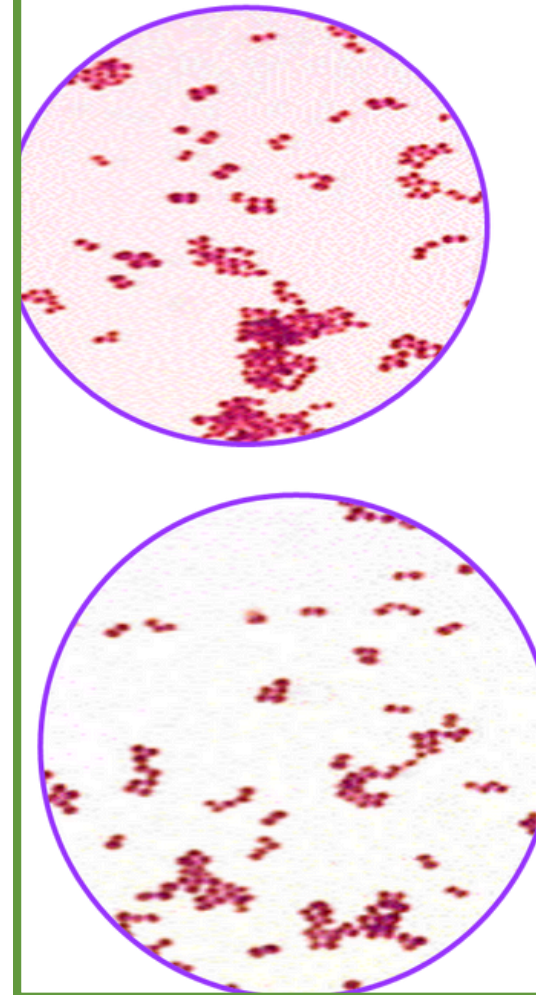
Cocos Gram +



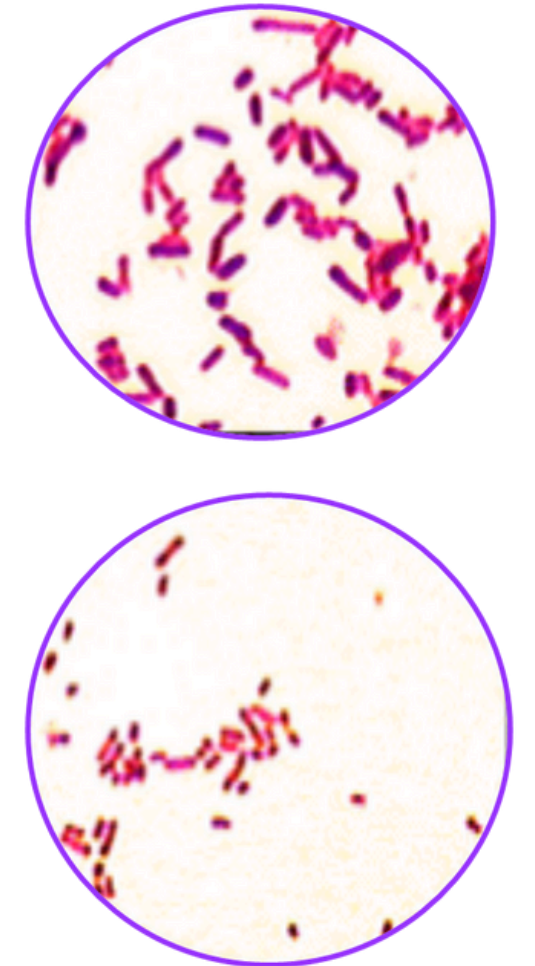
Bacilos Gram +



Cocos Gram -

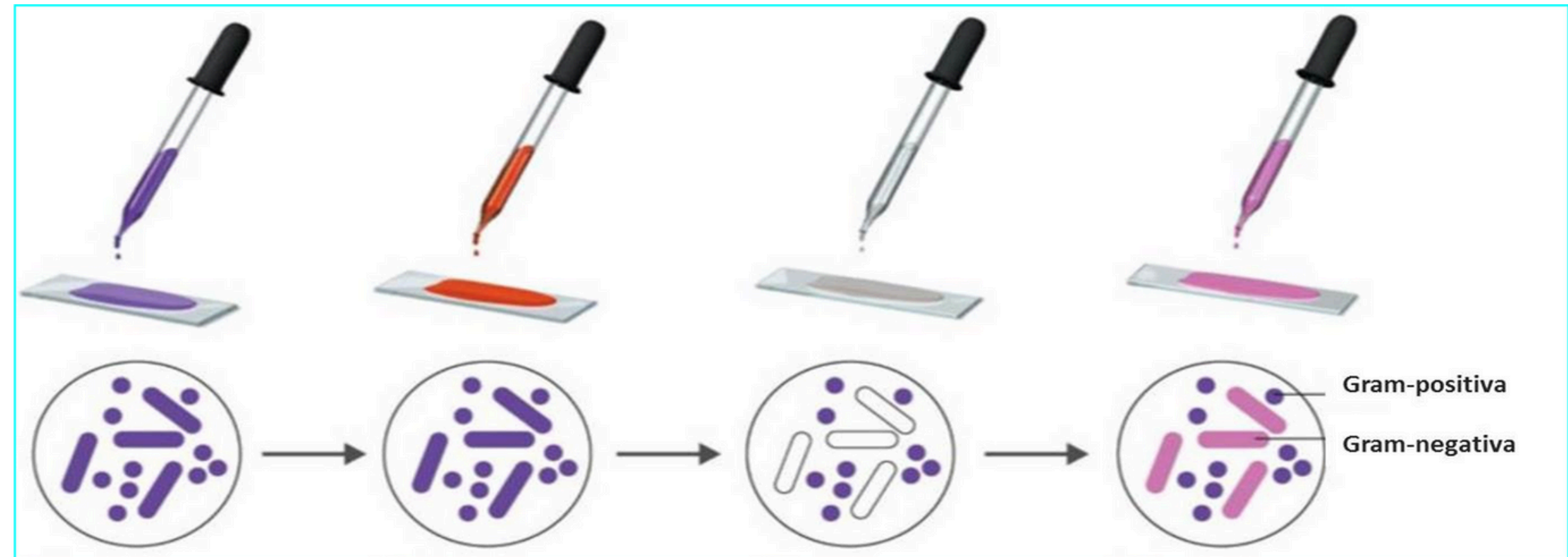


Bacilos Gram -

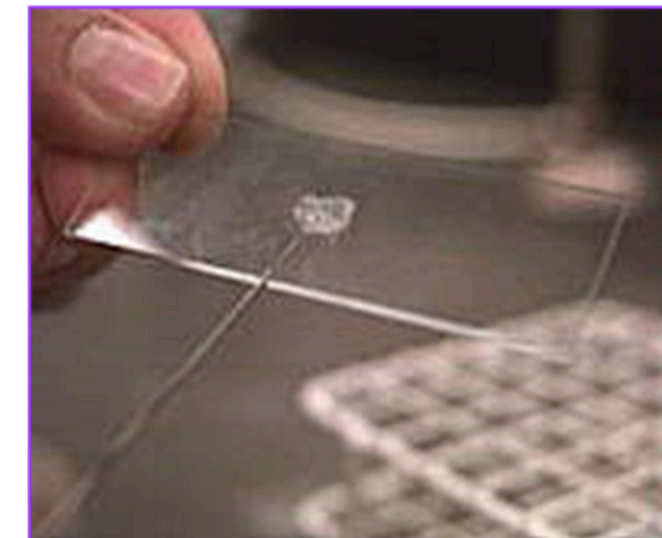
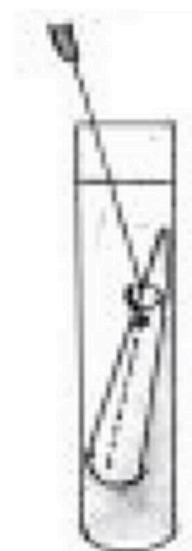


# BACTERIAS

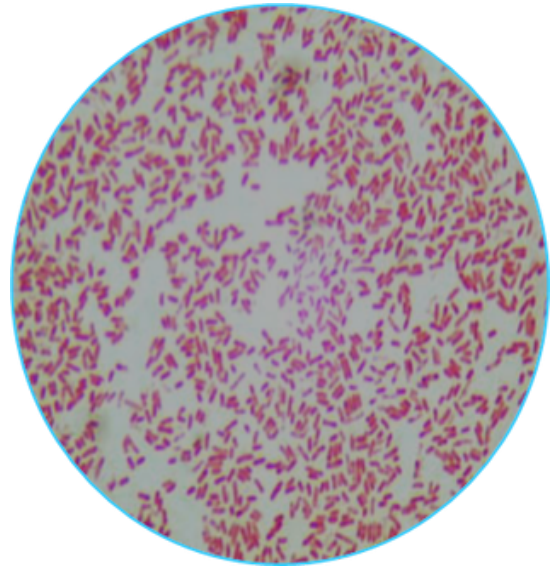
## Tinción Gram



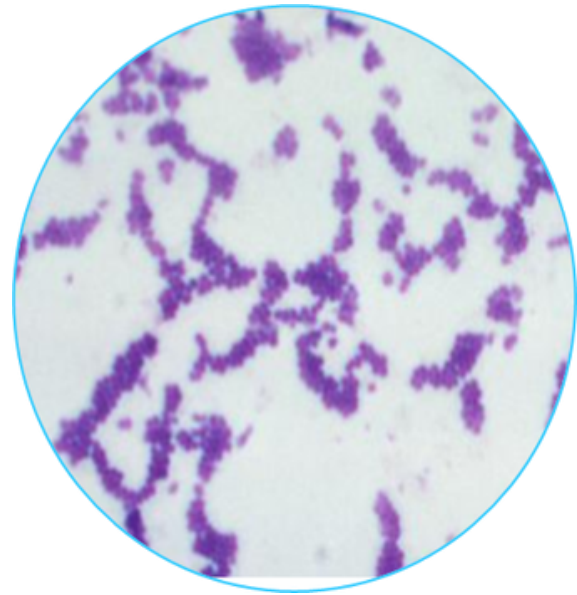
## Reacción Gram (Hidróxido de Potasio al 3%)



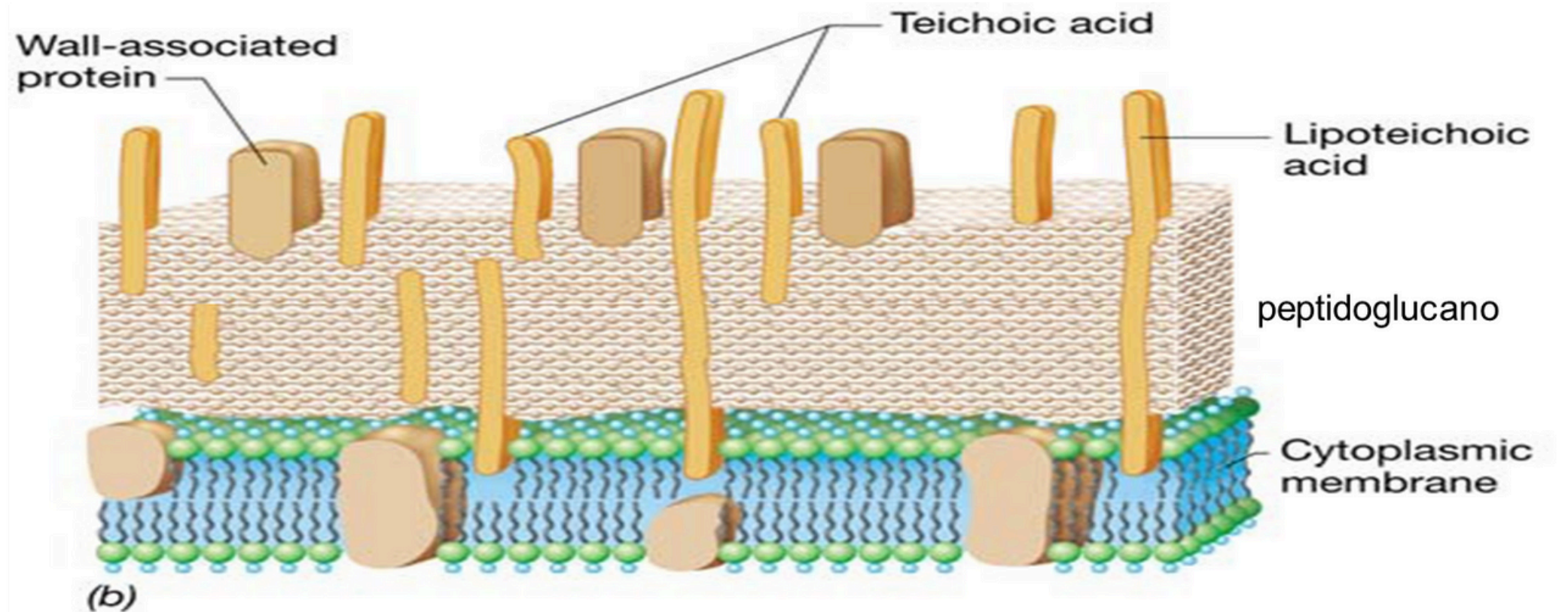
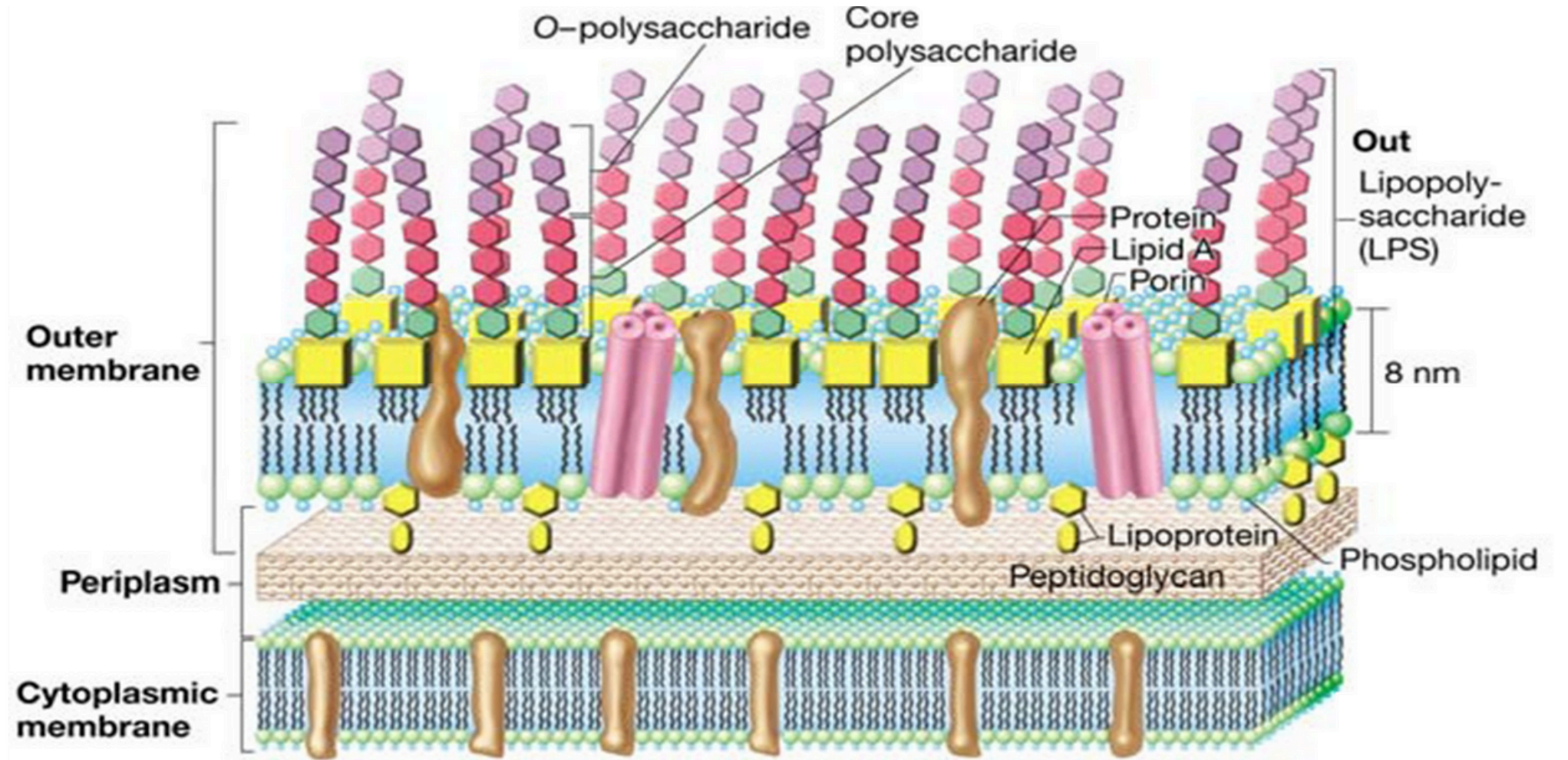
# BACTERIAS

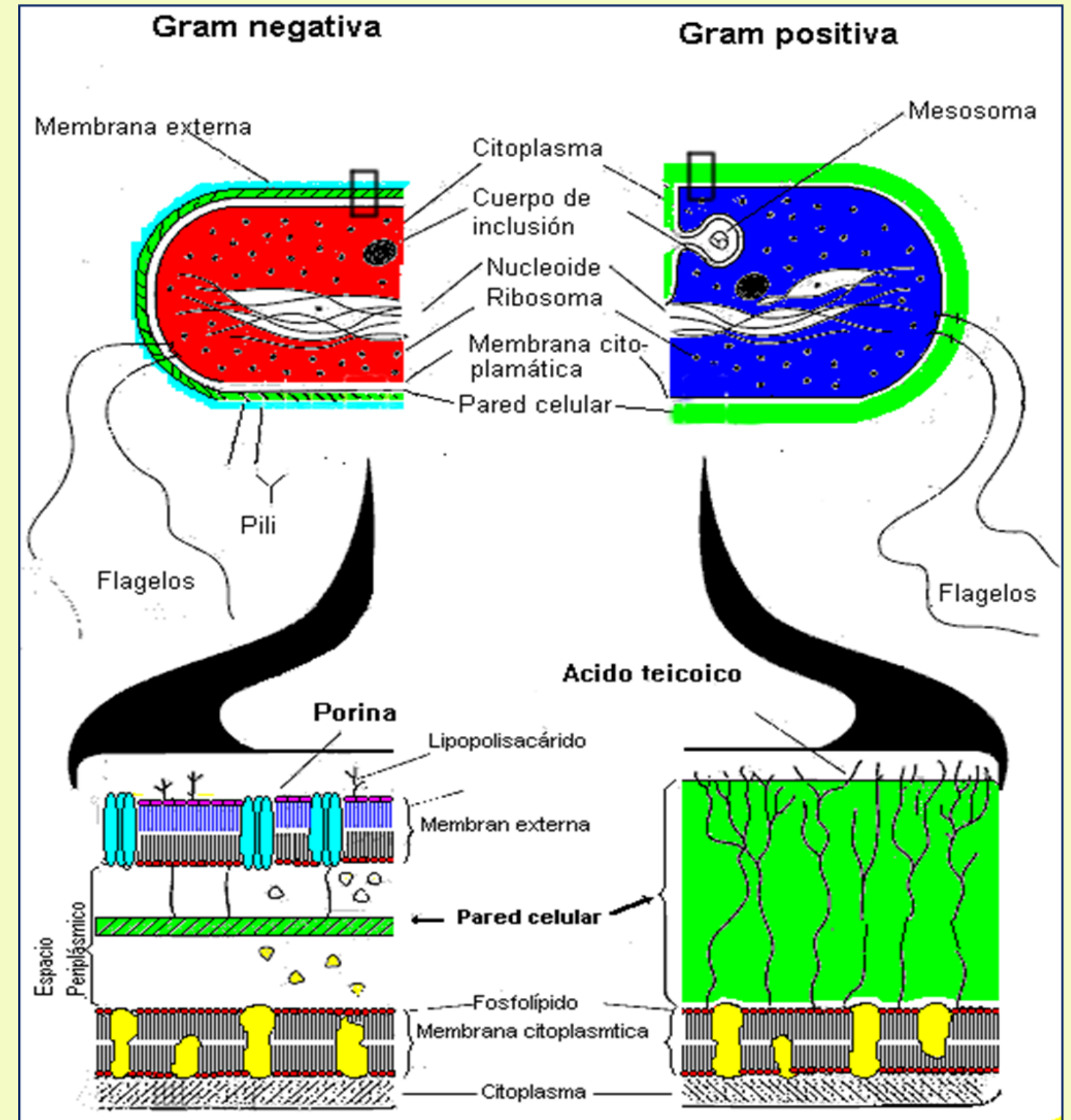
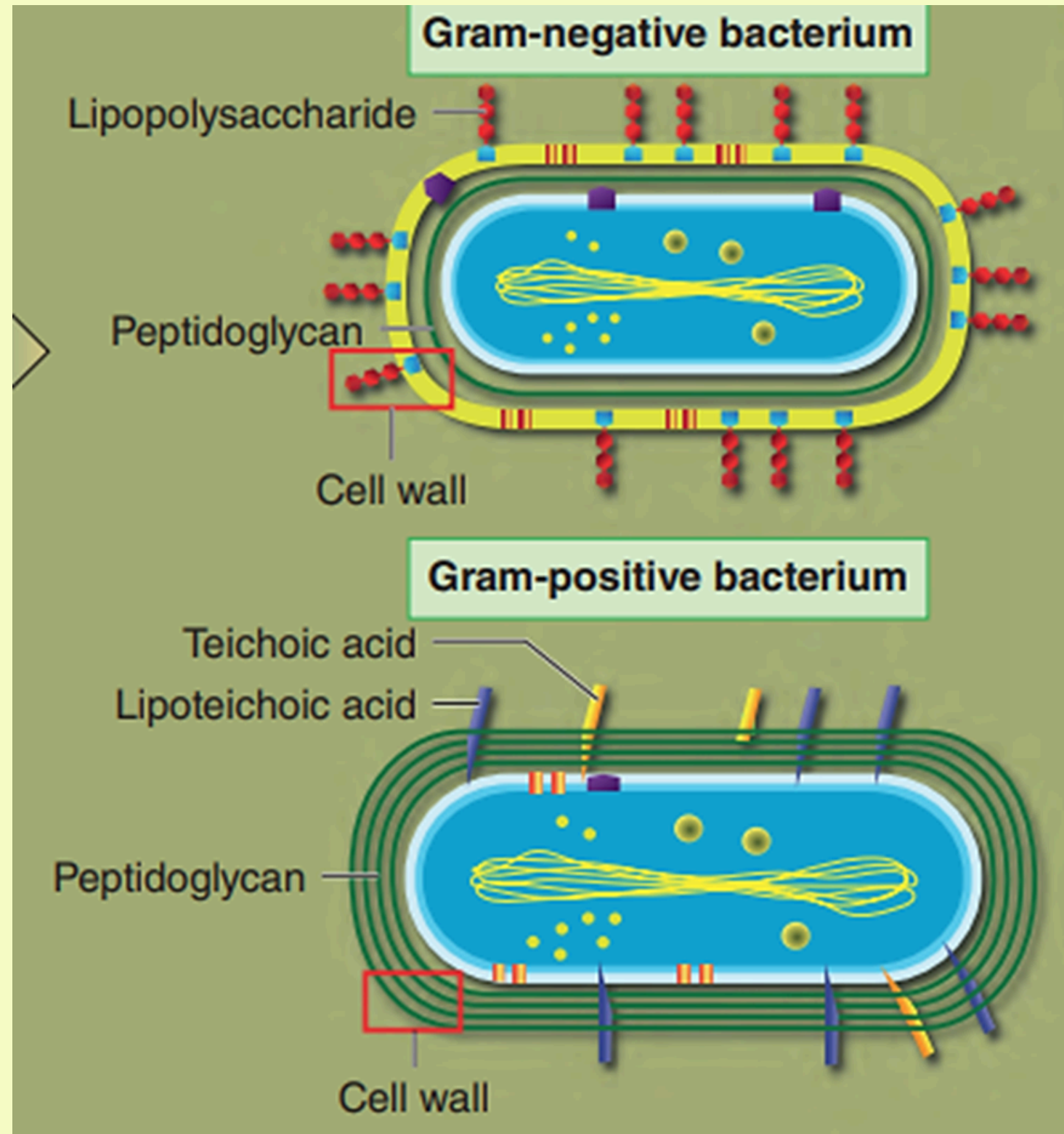


Gram-



Gram+



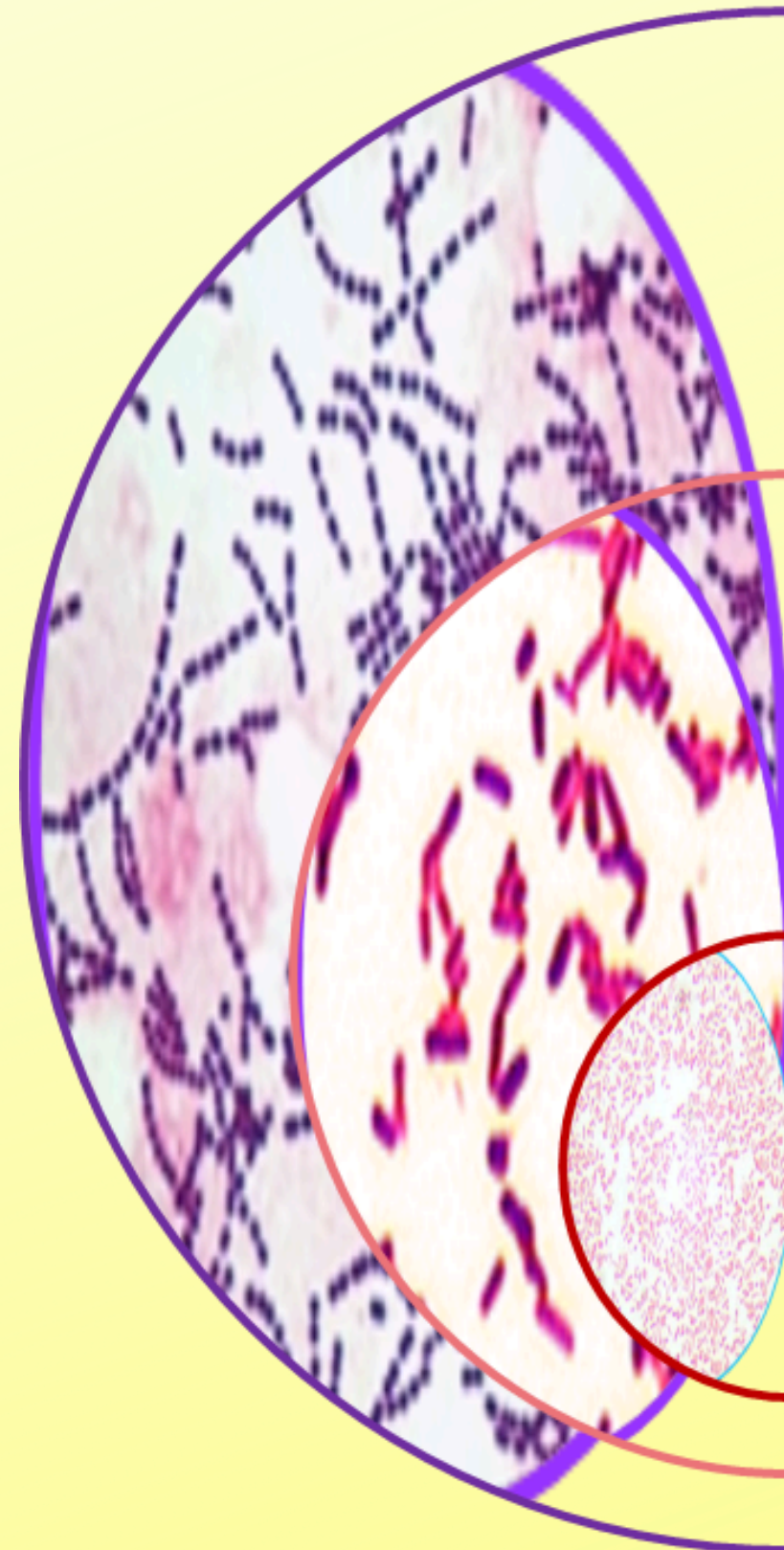


# DIFERENCIAS ENTRE LAS CÉLULAS GRAM+ Y GRAM-

Diferencias	Bacteria Gram+	Bacteria Gram-
Peptidoglucano	90%	5-20%
Polímeros accesorios	Ácido teicoico ( 20-40%), polisacáridos y proteínas o polipéptidos	Polipéptidos, lipoproteínas y lipopolisacáridos
Ácido teicoico	Presente (20-40%)	Ausente
Grosor	Más gruesa (22nm) <i>Bacillus megaterium</i>	Delgada (8nm) <i>Escherichia coli</i>
Poros	pequeños >Cantidad	grandes <Cantidad
Permeabilidad	Menor	Mayor
Lípidos	0-2%	10-20%

# PRINCIPIOS DE TAXONOMÍA BACTERIANA

## TAXONOMÍA



### Clasificación

- Estructura los organismos en grupos (taxones) en base a su similitud

### Nomenclatura

- Asigna nombres a los taxones

### Identificación

- Determina a que taxones pertenece un organismo que se aisló

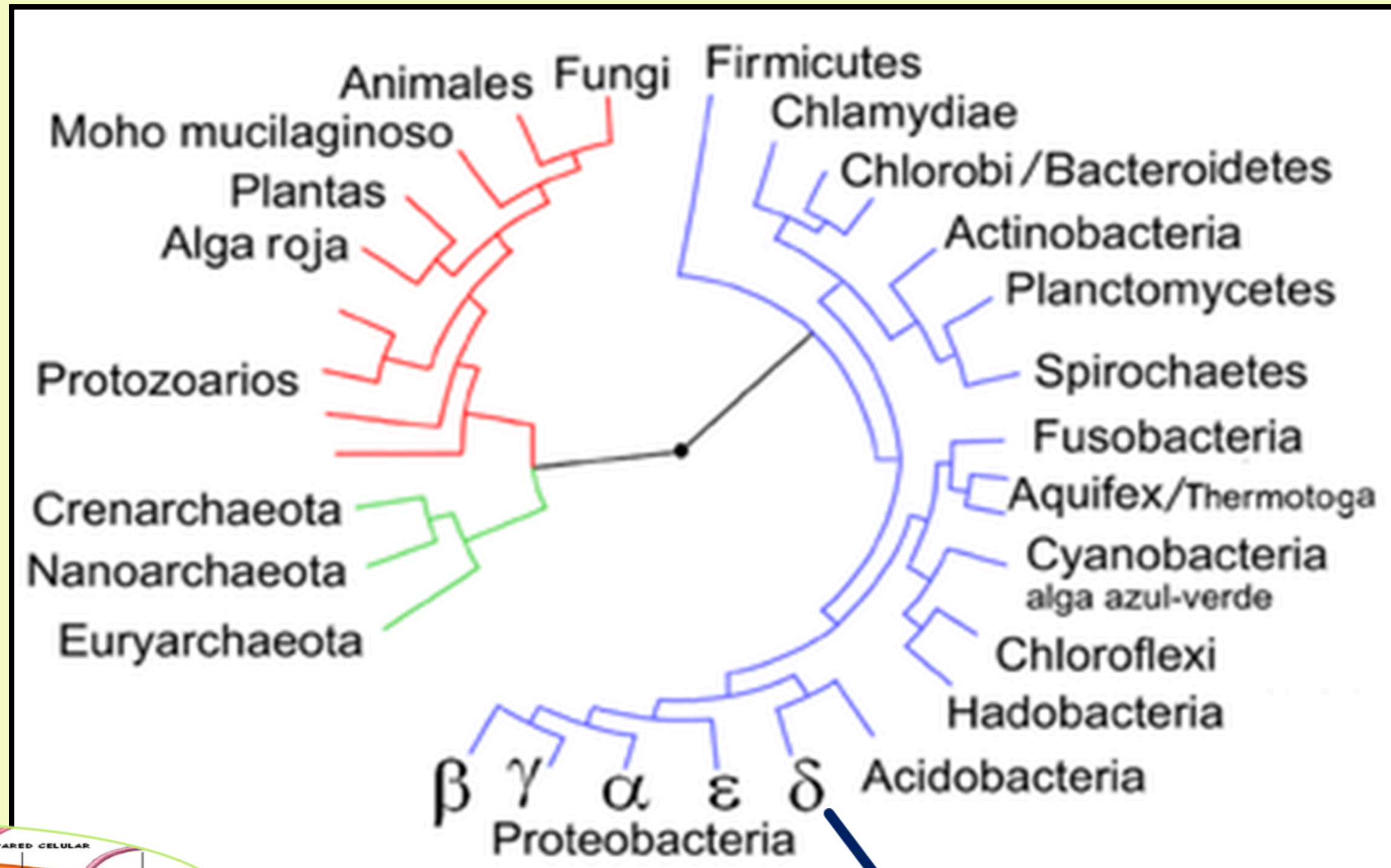
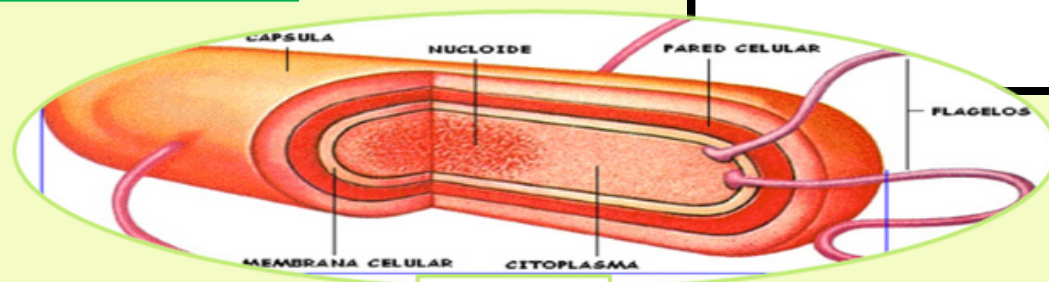
# TAXONOMÍA BACTERIANA

Clasificación

Nomenclatura

Identificación

2 **ARCHAEA**



1 **EUBACTERIA**

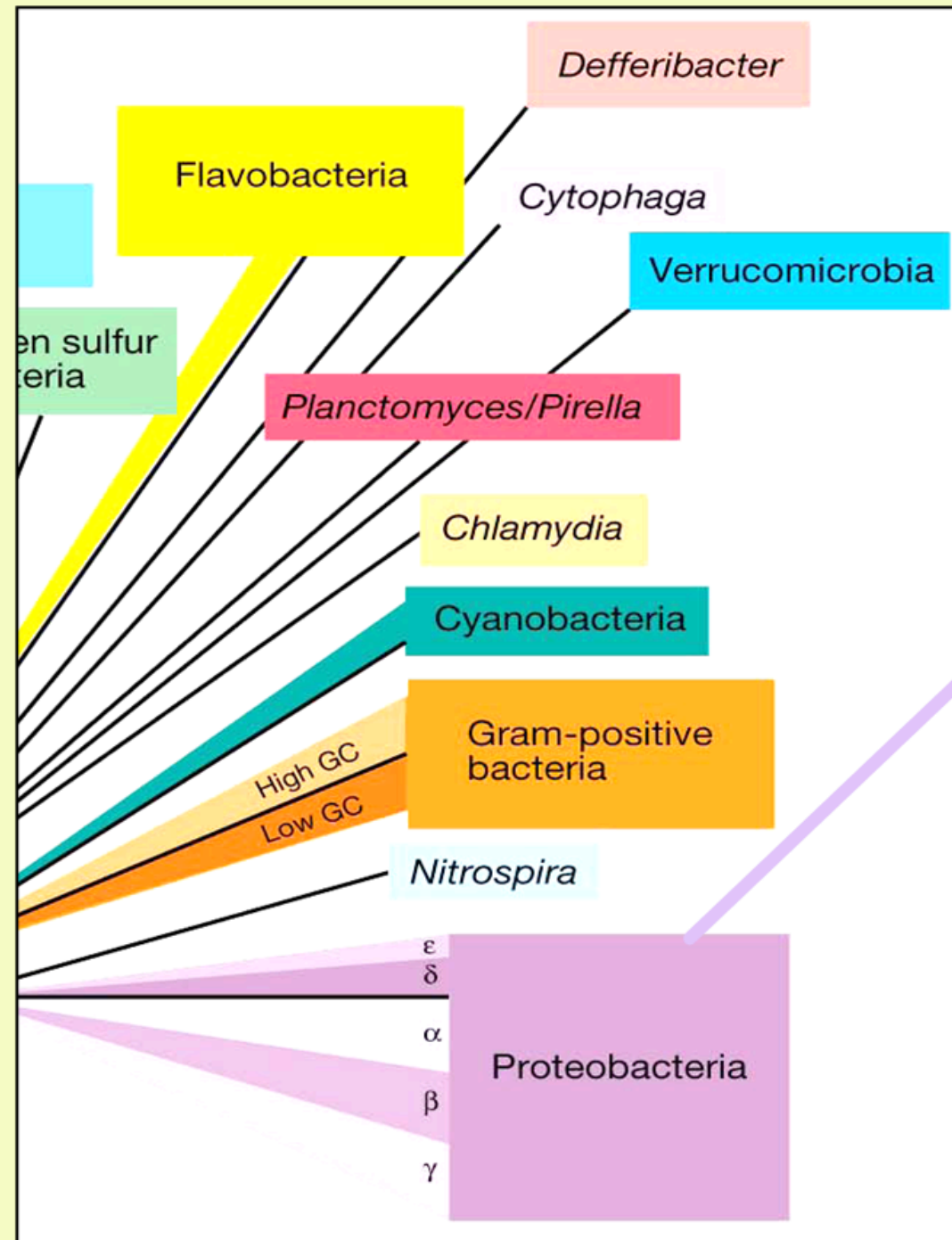
Woese CR, Kandler O, Wheelis ML. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. Proc Natl Acad Sci U S A. 1990 Jun;87(12):4576-9.



# CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE BACTERIAS

## DOMINIO EUBACTERIAS (BACTERIAS)

+ de 50 Divisiones (*Phylum*)



1. Proteobacteria ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta,$ ) con 270 géneros

### **PROTEOBACTERIAS**

#### **Alfa ( $\alpha$ ) :**

Nitrobacteriaceae, Rhizobiaceae, bacterias rojas no del azufre, Fotosínteticas

#### **Beta ( $\beta$ ):**

Nitrosomonaceae, Alcaligeneaceae

#### **Gamma ( $\gamma$ ):**

Pseudomonadaceae, Enterobacteriaceae

#### **Epsilon ( $\delta$ ):**

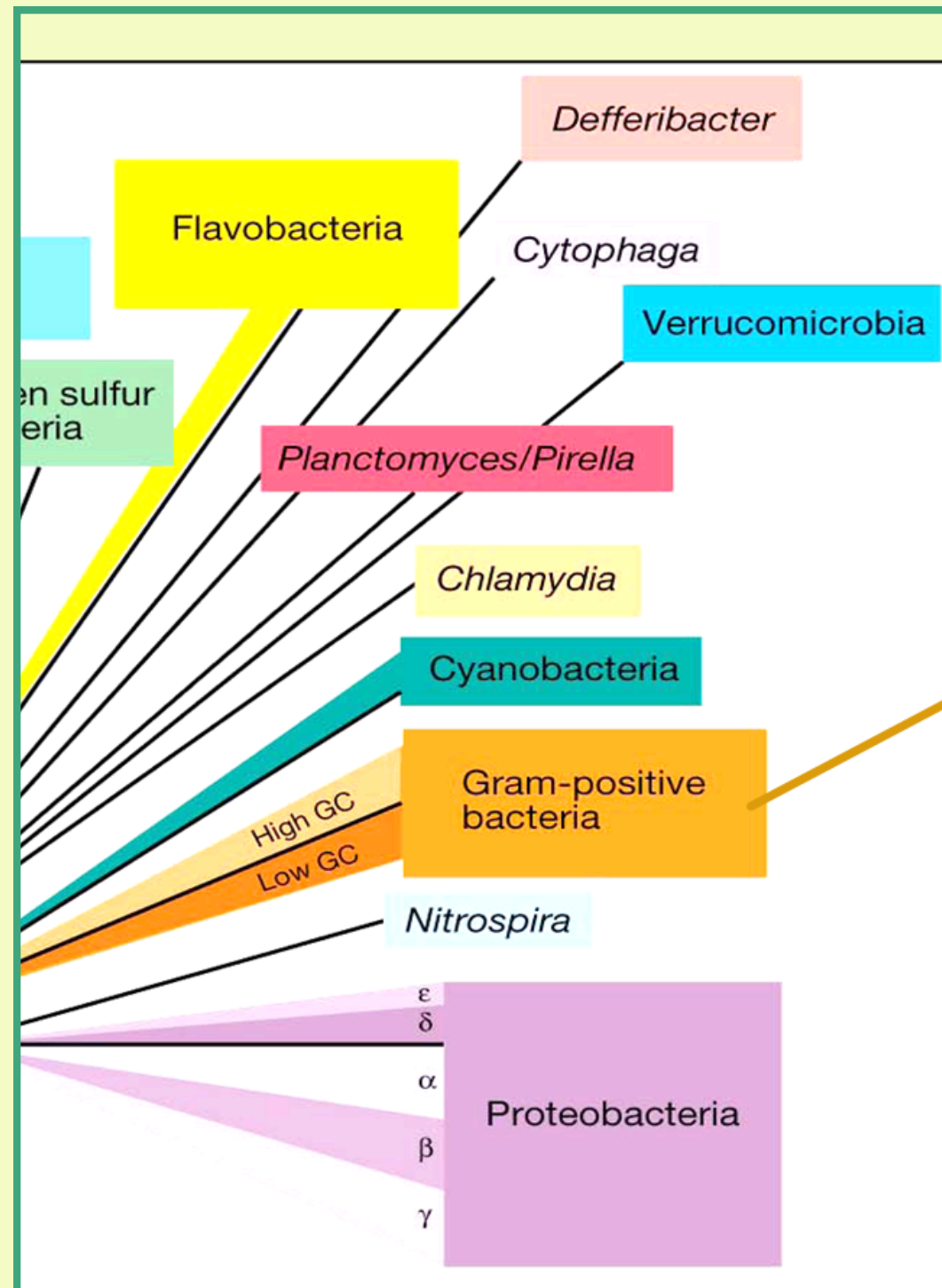
Campylobacteriaceae, Helicobacteriaceae

#### **Delta ( $\epsilon$ ):**

Myxobacteriaceae, algunas sulfato reductoras

# CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE BACTERIAS

## DOMINIO EUBACTERIAS (BACTERIAS)



### Gram positivos bajo porcentaje GC

$G+C < 50\%$

Clostridiaceae, Bacillaceae,  
Lactobacillaceae, Streptococcaceae,  
Staphylococaceae, Listeriaceae

### Gram positivos alto porcentaje GC

$G+C > 50-55\%$

Actinomycetaceae, Micrococcaceae,  
Mycobacteriaceae, Nocardiaceae,  
Bifidobacteriaceae

# CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE BACTERIAS

## DOMINIO ARCHAEA (ARQUEOBACTERIAS)

40 géneros

5 linajes separados:

**Euryarchaeota** (termoacidófilas, hiperhalófilos y metanogénicas)

**Crenarchaeota** (termófilos, sulfato reductores)

**Nanoarchaeota** (Hipertermófilas)

**Korarchaeota** (Hipertermófilas )

**Nitrososphaeria o Thaumarchaeota** (oxidantes del amonio, nitrificantes)

# RANGOS TAXONÓMICOS EN LA CLASIFICACIÓN BACTERIANA

## Taxones

**Dominio**

**Phylum**

**Clase**

**Orden**

**Familia**

**Género**

**Especie**

Sub-especie

Importancia

en estudios

clínicos y

ecológicos



Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Proteobacteria alfa

Orden: Rhizobiales

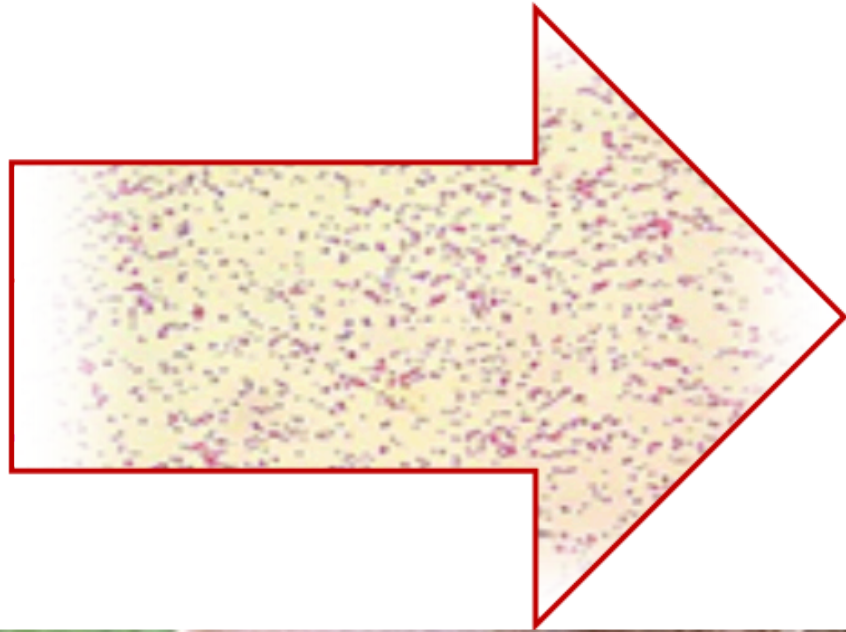
Familia: Rhizobiaceae

Género: *Rhizobium*

Especie: *Rhizobium leguminosarum*



# RANGOS TAXONÓMICOS EN LA CLASIFICACIÓN BACTERIANA



Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Proteobacteria

Subclase: Alphaproteobacteria

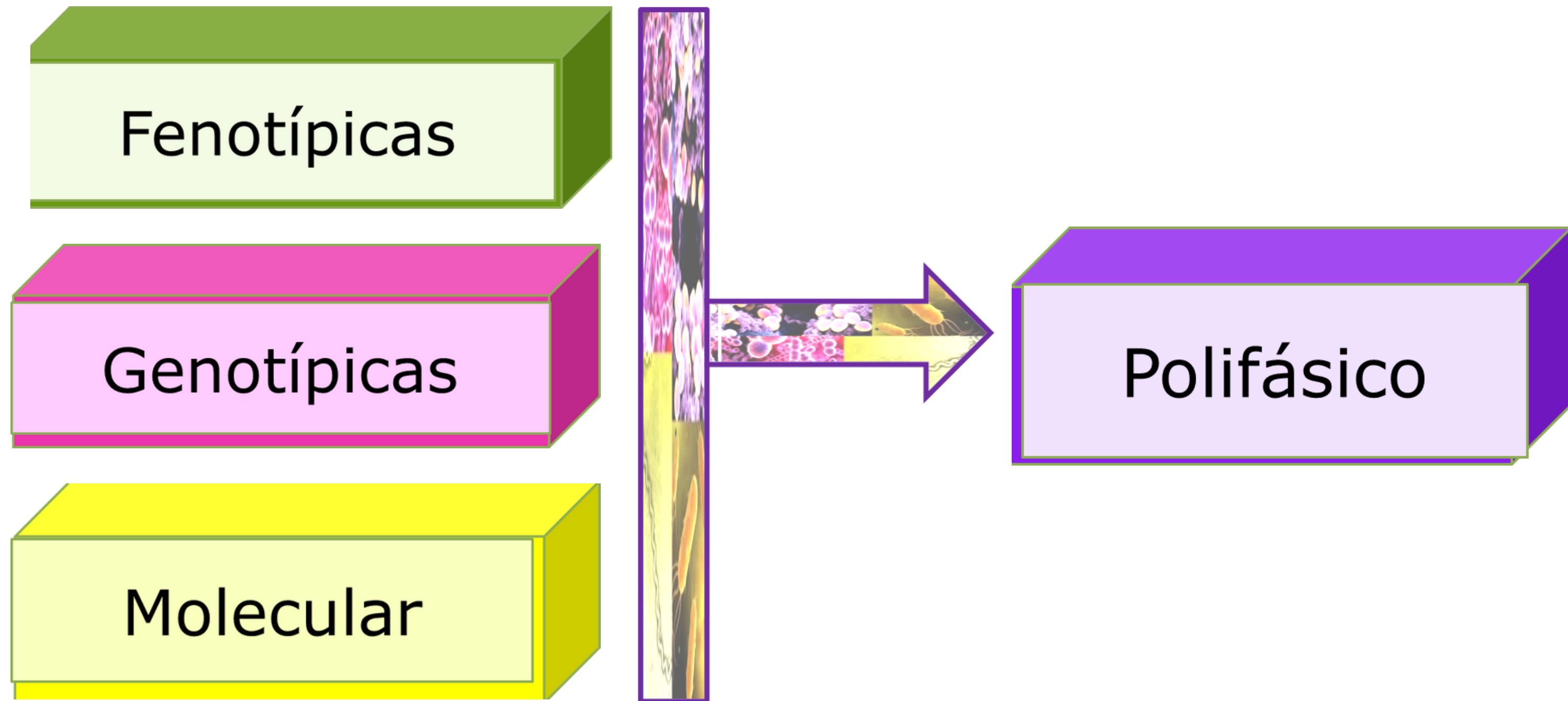
Orden: Rhizobiales

Familia: Brucellaceae

Género: *Brucella*

Especie: ***Brucella abortus***

# CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN BACTERIANA



# CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS CLÁSICAS DE VALOR TAXONÓMICO



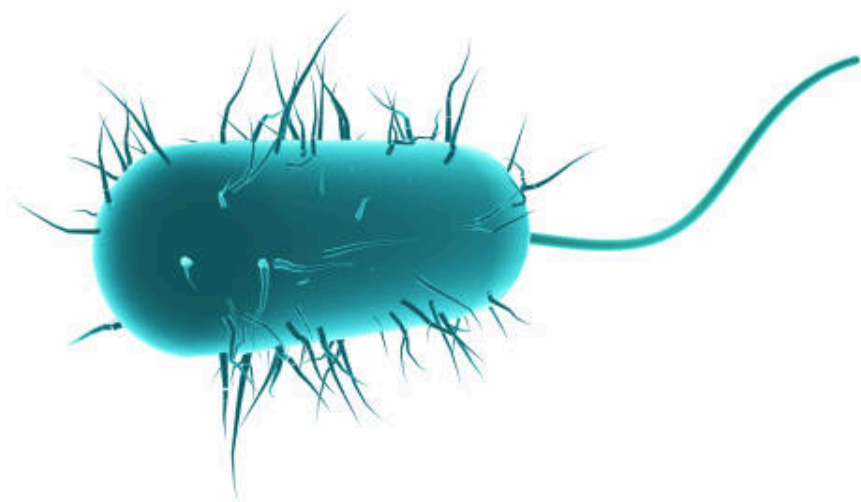
**Morfología:** forma, tamaño, tinción, morfología de la colonia

**Nutrición y fisiología:** autótrofo, heterótrofo, aerobio o anaerobio, temperatura y pH óptimos, fuentes alternativas de C, N y S.

**Movilidad:** tipo y disposición de flagelos.

**Endospora:** localización de la endospora.

**Otros:** pigmentos, inclusiones celulares, sensibilidad a antibióticos, patogenicidad, etc.



# CARACTERÍSTICAS GENOTÍPICAS CLÁSICAS DE VALOR TAXONÓMICO



Contenido G+C

$$\% \text{ G+C} = \frac{\text{G} + \text{C}}{\text{G} + \text{C} + \text{A} + \text{T}} \times 100$$

Guanina (G), Citosina (C), Timina (T), Adenina (A)

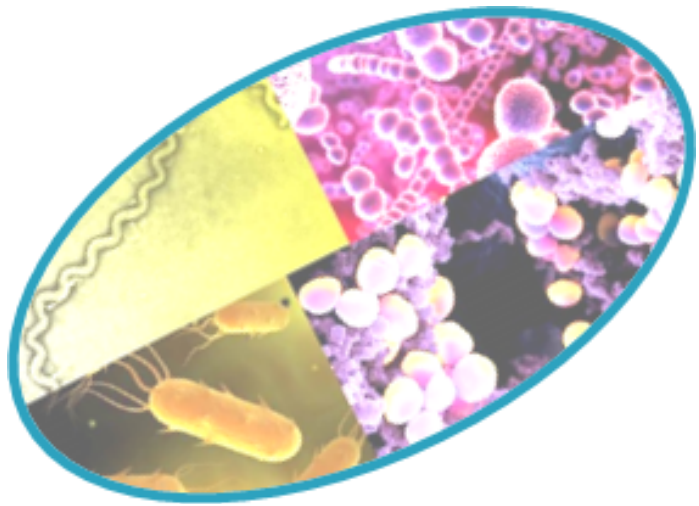
Permite distinguir dos organismos, si tienen diferente % G+C, entonces son de diferente especie (difieren más del 10%)

Si presentan similar G+C no se puede afirmar nada



# TAXONOMÍA MOLECULAR

## 1. Caracteres Fenotípicos: marcadores quimiotaxonómicos



- **Pared**
- **Membrana externa** Gram negativos: lipopolisacáridos
- **Membrana citoplasmática:** ácidos grasos, lípidos polares, ácidos micólicos en un grupo de bacterias (Actinomicetes), pigmentos carotenoides.
- Cadena de transporte electrónico: citocromos, quinonas.
- Sistema fotosintético: bacterioclorofilas.
- **Citoplasma:** poliaminas en metanogénicas y Gram negativas

## 2. Caracteres genotípico

# CARACTERES POLIFÁSICOS

**Fenotípicos:** Clásicos (morfología, nutrición, etc),

Moleculares (marcadores quimiotaxonómicos).

Perfil de proteínas totales y enzimas

**Filogenéticos:** basados en el gen del ARNr 16S

**Genotípicos:** clásicos: % G+C

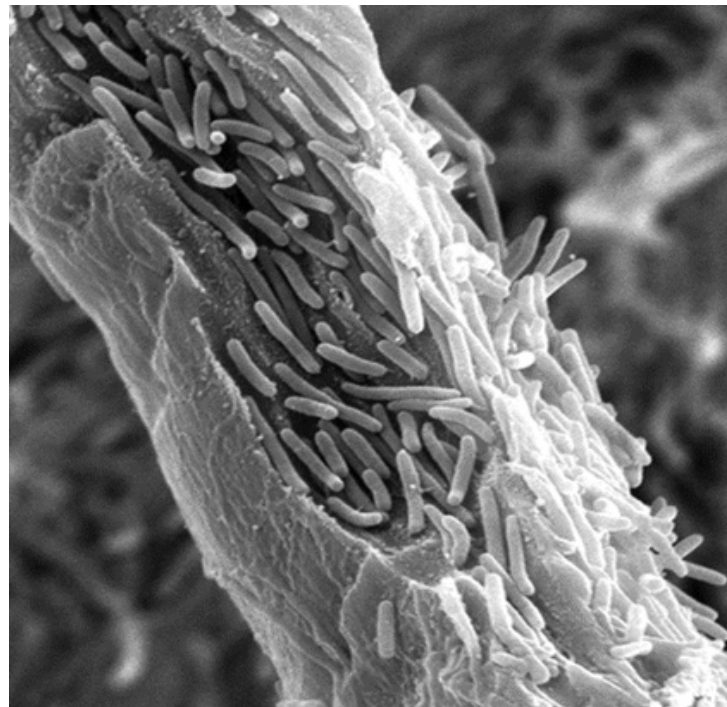
**Moleculares:** hibridación DNA-DNA

**Es la tendencia moderna. Consenso en la integración de distintos tipos de caracteres**

# FAMILIAS BACTERIANAS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA



**Pseudomonadaceae:** bacilos, Gram-, aerobios estrictos, motiles por flagelos polares, no forman esporas.



**Cytophagaceae:** bacilos, Gram-, aerobios o anaerobios facultativos, motiles por deslizamiento, no forman esporas.

# FAMILIAS BACTERIANAS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA

**Rhizobiaceae:** bacilos, Gram-, aerobios, motiles por flagelos peritricos o por fagelo polar, no forman esporas.

*Rhizobium*



*Agrobacterium*



# FAMILIAS BACTERIANAS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA Y DE SALUD PÚBLICA



**Enterobacteriaceae:** bacilos, Gram-, aerobios, anaerobios facultativos, motiles, no forman esporas.



**BRUCELLACEAE:** Cocobacilo, Gram negativo, aerobios, no formas cápsulas ni esporas, y son inmóviles. Son parásitos obligados o facultativos.

***Brucella abortus***



***Brucella suis***



***Brucella melitensis***

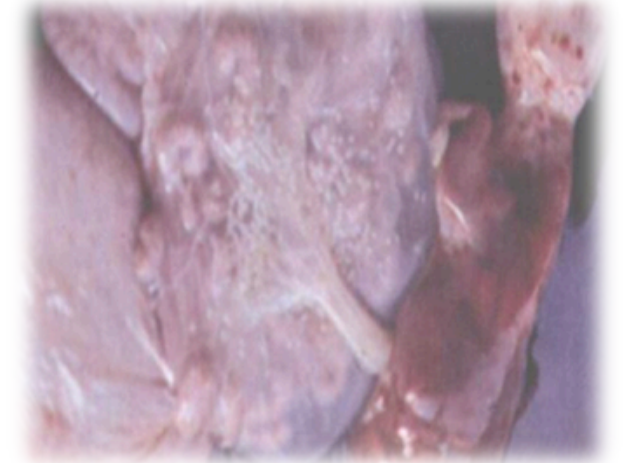


***Brucella canis***



*Brucella* patógeno intracelulares de mamíferos.

Abortos  
Retención de placenta  
Infertilidad  
Nacimiento de animales débiles  
Disminución en la producción de leche  
Raramente artritis



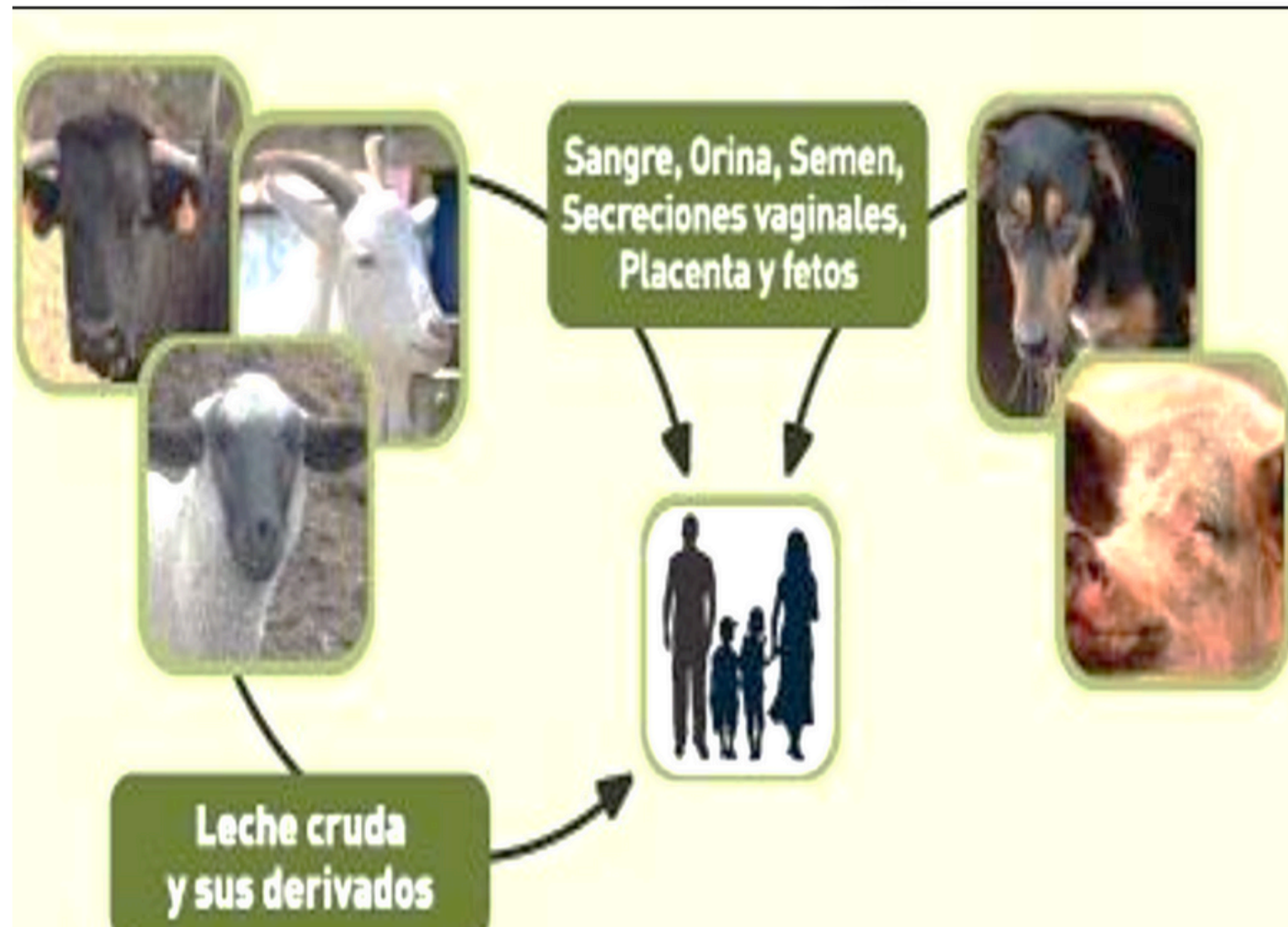
# Brucellosis



Fiebre intermitente o irregular y cefalea

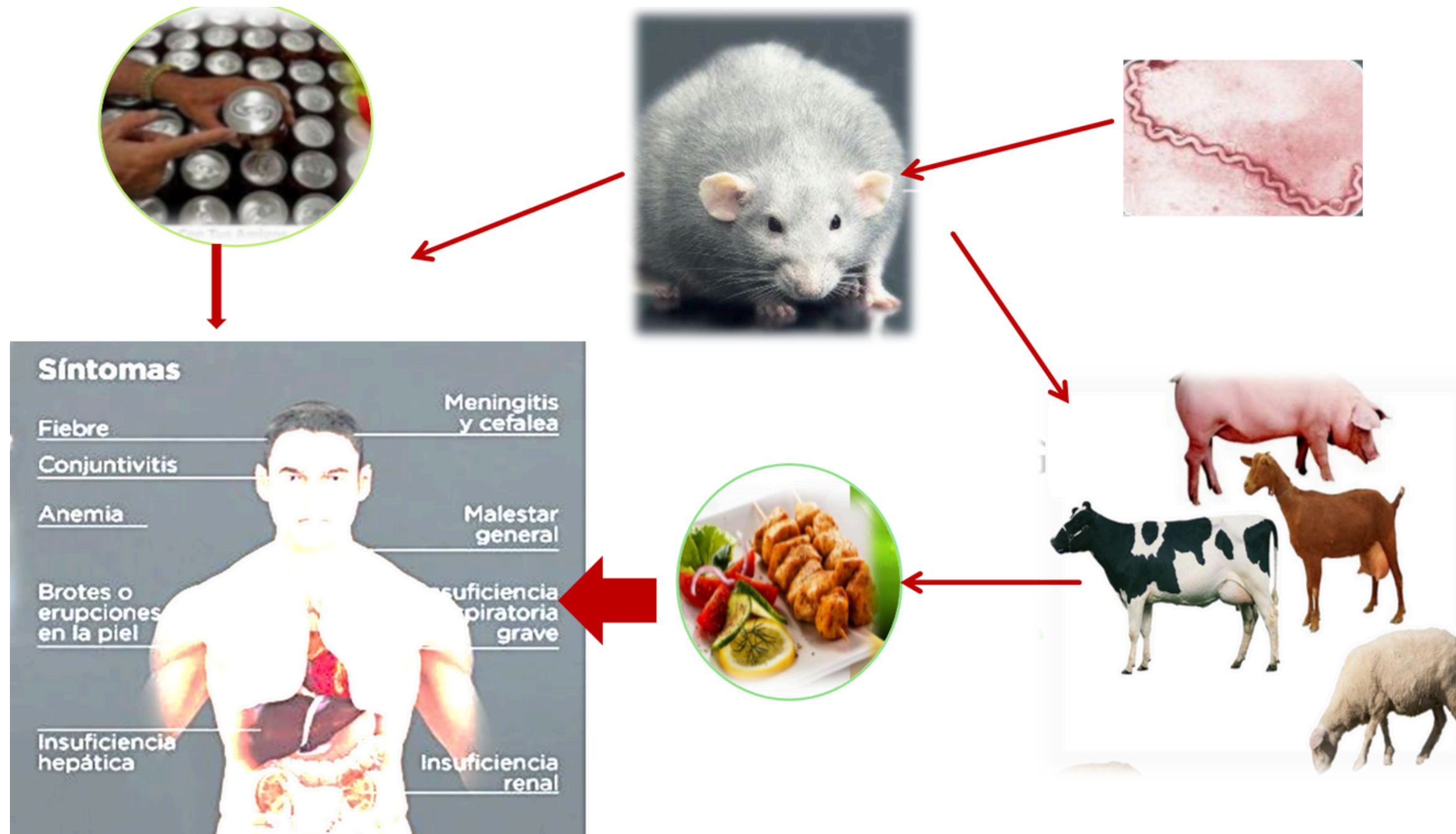
Debilidad, sudor abundante, escalofríos y pérdida de peso

Dolor general puede producirse infección de órganos como hígado y bazo



**LEPTOSPIRACEAE:** Espiroqueta, aerobias, tinción Gram débil ya que tienen la típica estructura de pared de Gram negativa. Motil y aerobios obligados.

*Leptospira*





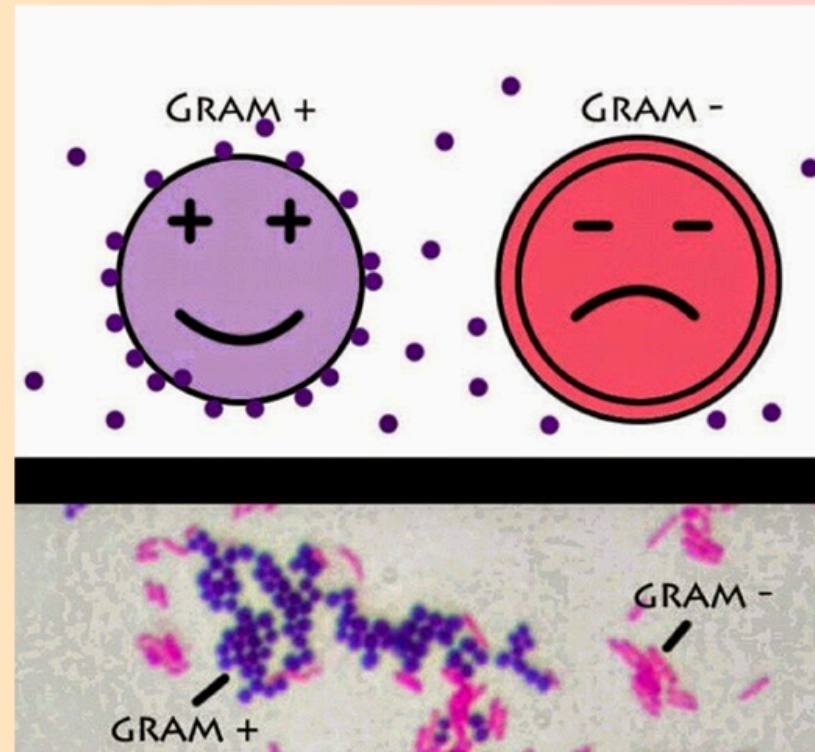
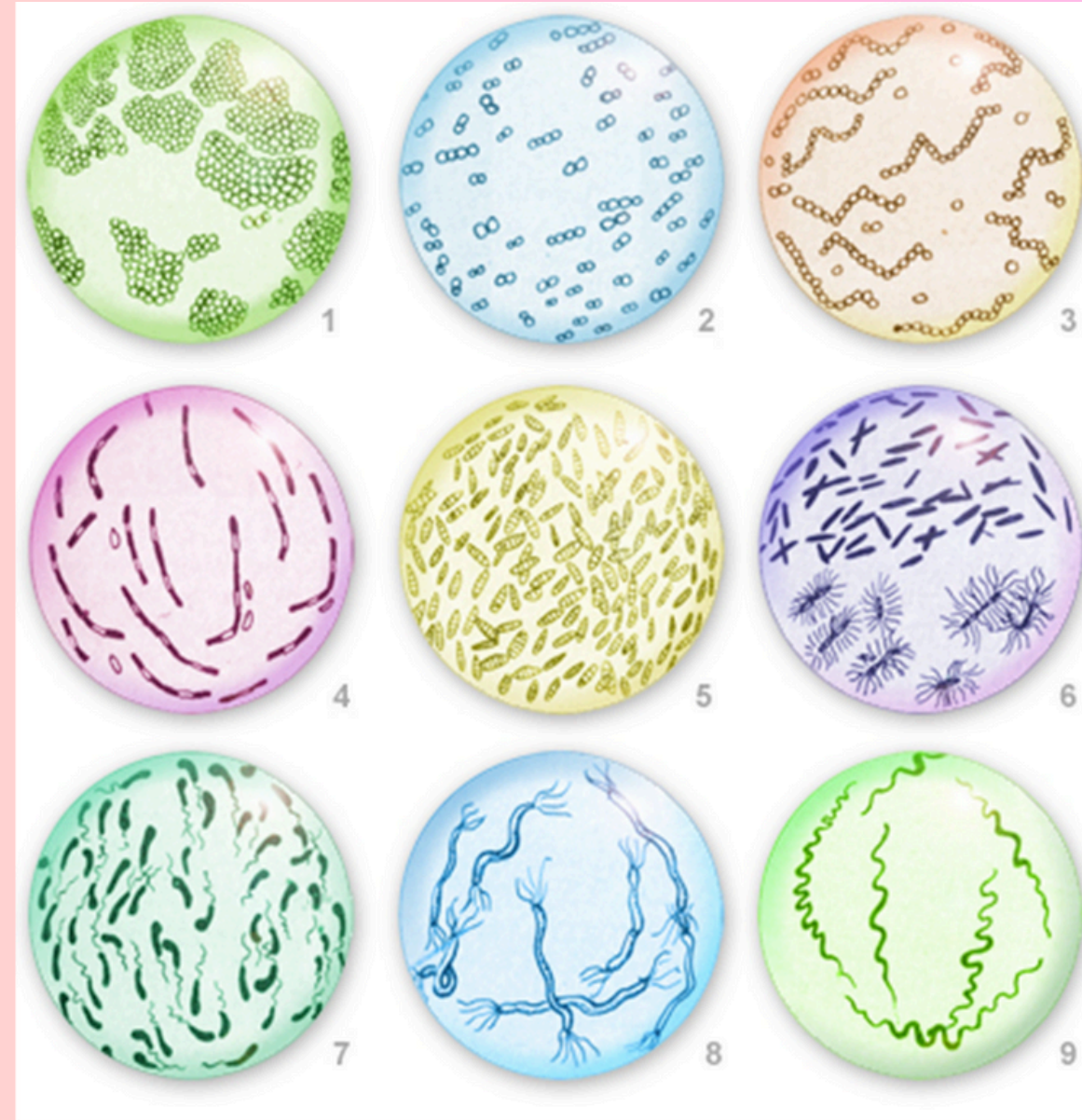
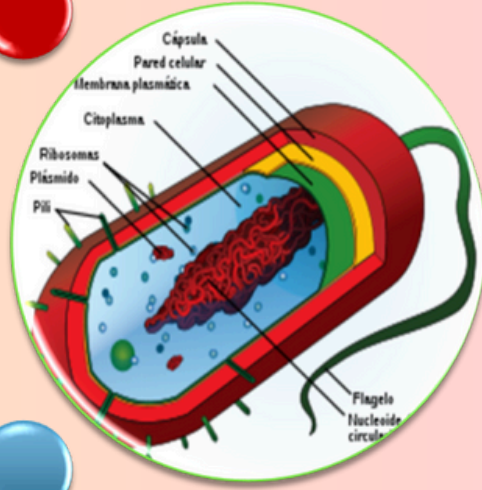
FORMA



CÉLULA  
PROCARIOTA



TAXONOMÍA



Correo: [marlenycoromoto@gmail.com](mailto:marlenycoromoto@gmail.com)