

MORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA DE LOS MICROORGANISMOS



MORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA DE LOS MICROORGANISMOS: Bacterias, Micoplasmas, Rickettsias y Clamidias. Mohos y Levaduras. Virus. Priones

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el tema el estudiante podrá:

1. Señalar las características principales de cada tipo de microorganismo (bacterias, micoplasmas, rickettsias, clamidias, virus, hongos y priones)
2. Clasificar las bacterias según su morfología.
3. Dibujar una bacteria con sus diferentes estructuras, señalando las estructuras esenciales y las no esenciales.
4. Describir la composición química y función de cada una de las estructuras bacterianas.
5. Comparar las paredes celulares de las bacterias gram positivas y gram negativas.
6. Explicar mediante un experimento las funciones de la pared celular.
7. Relacionar la presencia de endosporas con la sobrevivencia de las bacterias.
8. Citar las características generales de los micoplasmas.
9. Comparar los micoplasmas con otros microorganismos.

10. Citar las características generales de las rickettsias
11. Explicar el carácter de patógeno intracelular de las rickettsias.
12. Comparar las rickettsias con otros microorganismos.
13. Citar las características generales de las clamidias
14. Explicar el carácter de patógeno intracelular de las clamidias.
15. Comparar las clamidias con otros microorganismos.
16. Dibujar un hongo filamentoso, señalando cada una de sus estructuras.
17. Citar las características generales de los hongos filamentosos y de los levaduriformes.
18. Definir dimorfismo.
19. Comparar a los hongos con otros tipos de microorganismos.
20. Definir virus.
21. Comparar a los virus con otros microorganismos.
22. Explicar el parasitismo intracelular obligatorio de los virus.
23. Dibujar la estructura de cada uno de los tipos de virus, señalando sus partes.
24. Indicar la composición química y función de las diferentes estructuras virales.

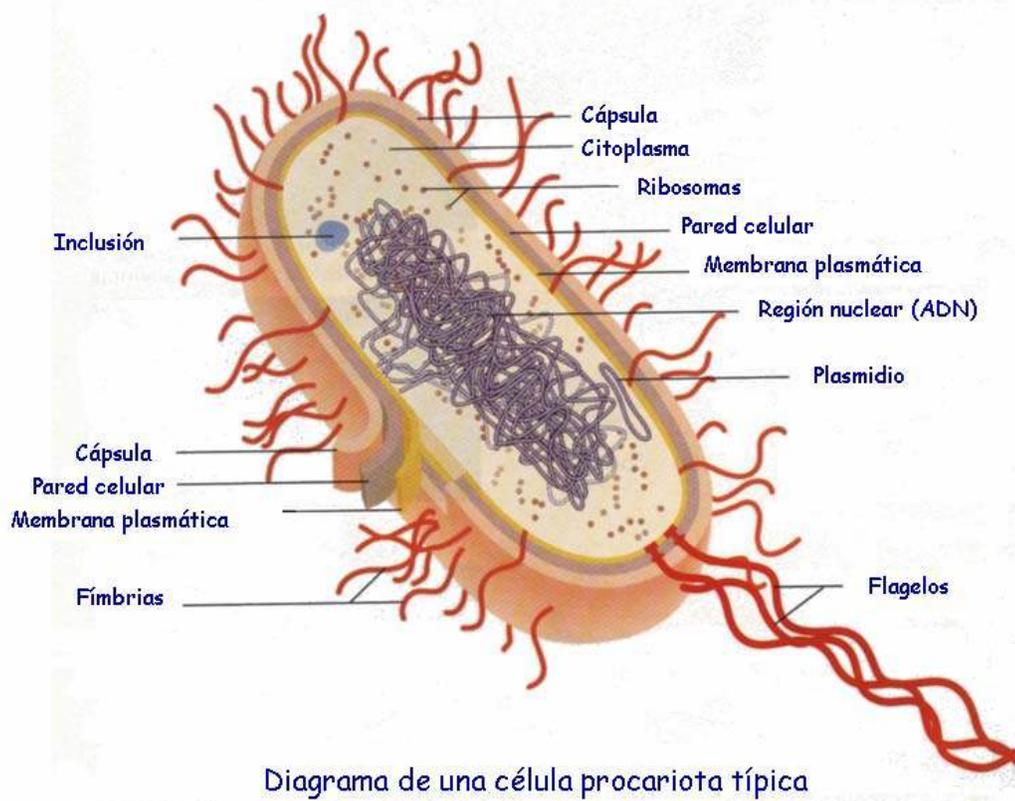
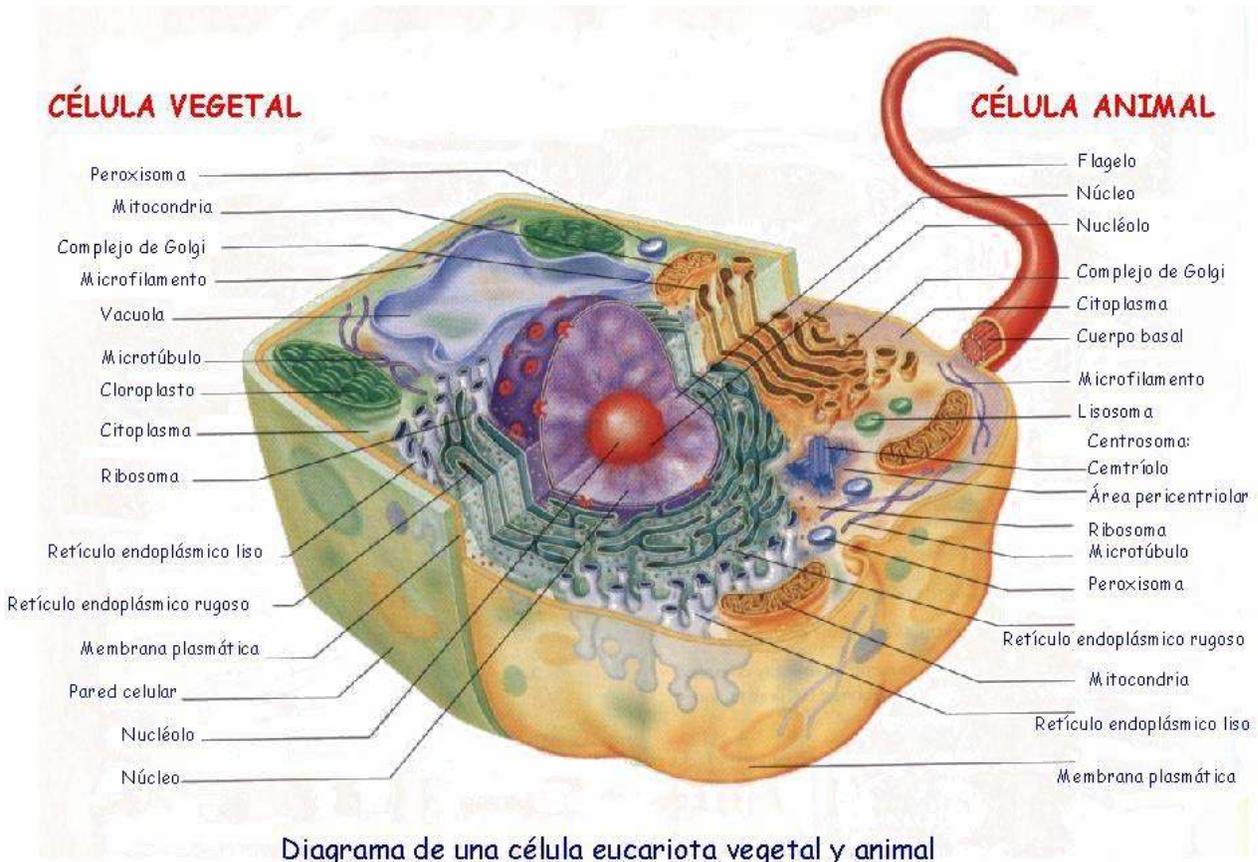
PROCARIOTAS Y EUCARIOTAS

La unidad fundamental de la vida es la célula y a pesar de su complejidad y variedad todas las células vivientes pueden ser clasificadas dentro de dos grandes grupos: Eucariotas y Procariotas, basadas en su estructura cuando son vistas a través del microscopio electrónico. Las células procariotas y eucariotas son químicamente similares: ambas poseen ácidos nucleicos, proteínas, lípidos, carbohidratos, ambas usan el mismo tipo de reacciones químicas para metabolizar alimentos, sintetizar proteínas y almacenar energía. Sin embargo, difieren en algunos aspectos fundamentales que resumiremos en la tabla siguiente:

DIFERENCIAS ENTRE CÉLULAS PROCARIOTAS Y CÉLULAS EUCARIOTAS

	Procariotas	Eucariotas
Estructura nuclear y función: - Membrana nuclear -Nucléolo - Ácido desoxirribonucleico (ADN)	Ausente Ausente Una sola molécula, no asociada a histonas.	Presente Presente Varios cromosomas, asociados con histonas
División	Fisión binaria No hay mitosis, ni meiosis	Mitosis y meiosis
Estructura citoplasmática y organización: -Membrana citoplasmática -Ribosomas -Sistema respiratorio	Generalmente carece de esteroides 70 S En la membrana plasmática	Presenta esteroides 80 S En las mitocondrias
Pared celular	Estructura compleja, con peptidoglucano como componente	Cuando la presentan, no contiene peptidoglucano
Mecanismos metabólicos	Gran variedad, en particular reacciones anaeróbicas que generan energía. Algunas fijan Nitrógeno	La glicólisis es la vía para obtener energía en condiciones anaeróbicas
Tamaño	En general, menor de 2 μm de diámetro	Desde 2 μm hasta más de 100 μm de diámetro
Ejemplos	Bacterias Algas verde-azules	Protozoarios Hongos Algunas algas

En resumen, la célula procariota es aquella célula u organismo que carece de un núcleo verdadero y presenta su ADN en una sola molécula generalmente en forma circular; mientras que las células eucariotas son aquellas células u organismos que poseen un núcleo verdadero (cromosomas), delimitado por una membrana nuclear y que presentan otras estructuras delimitadas por membranas denominadas organelos como por ejemplo: mitocondrias, retículo endoplasmático, aparato de golgi, etc



BACTERIAS

Son un grupo diverso de microorganismos unicelulares, procariotas, que se pueden encontrar prácticamente en cualquier ambiente (suelos, aguas, aire, y como simbioses, parásitos, o patógenos del hombre, otros animales y plantas).

Son los organismos más pequeños que contienen toda la maquinaria requerida para su crecimiento y autorreplicación a expensas del material alimenticio.

Tamaño

La mayoría de las bacterias tienen un rango de tamaño que va de 0,2 a 2,0 μm de diámetro y de 0,4 a 14 μm de longitud. En 1985, se descubrió una bacteria gram positiva atípica, *Epulopiscium fishelsoni*, con un tamaño de 80 x 600 μm .

En 1997, Heidi Schulz descubrió en los sedimentos oceánicos de las costas de Namibia, un procarionte aún más grande: *Thiomargarita namibiensis*, es una bacteria esférica entre 100 y 750 μm de diámetro

Morfología

La mayoría de las bacterias se presentan en una de estas tres formas básicas: cocos, bacilos y espirilos.

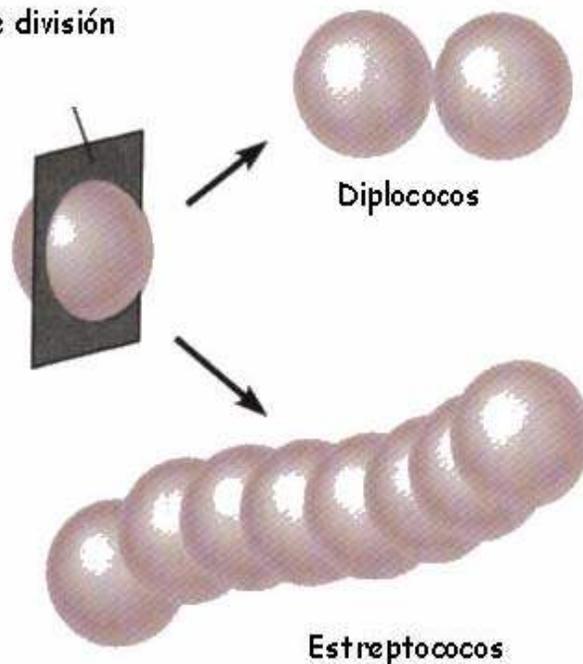
1. Cocos: Bacterias de forma más o menos esférica. Los cocos según los planos en que se dividan pueden presentarse en diversas formas.

1.1. Diplococos: que son los cocos que permanecen en pares luego de la división.

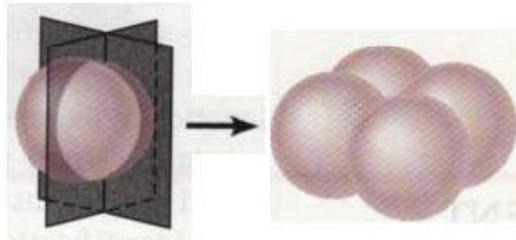
1.2. Estreptococos: luego de la división permanecen en cadenas de cuatro o más células.

Tanto los diplococos como los estreptococos, se dividen en un solo plano quedando las células hijas adheridas entre si.

Plano de división

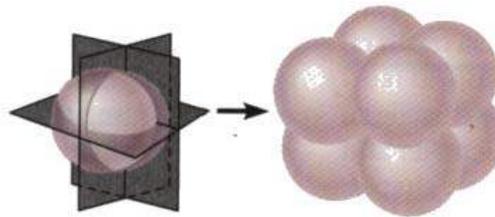


1.3. Tétradas: Son agrupaciones de cuatro cocos en una disposición cuadrada. Se dividen en dos direcciones perpendiculares.



Tétradas

1.4. Sarcinas: Paquetes cúbicos de ocho células. Resultan de la división en tres direcciones perpendiculares.



Sarcinas

1.5. Estafilococos: Se agrupan en forma de racimos, no siguen un patrón regular de orientación en divisiones sucesivas.



Estafilococos

2. Bacilos: Bacterias de forma cilíndrica, que también pueden encontrarse aislados o agrupados, cuando permanecen juntos luego del proceso de división.



Bacilo

2.1 Cocobacilos: Ciertas especies se presentan como bacilos pequeños, redondos difíciles de distinguir de los



Cocobacilo

2.2. Diplobacilos: Pares de bacilos.



Diplobacilo

2.3. Estreptobacilos: Bacilos agrupados en cadenas.



Estreptobacilo

2.4. Formas filamentosas: Bacilos que crecen en forma de fibras.



Formas filamentosas

2.5. Bacilos fusiformes: Bacilos que tienen los extremos más delgados.



Bacilos fusiformes

Muchas bacterias poseen formas semejantes a bacilos largos retorcidos para formar espirales o hélices, así tenemos:

3. Bacterias en forma de espiral: son aquellas bacterias que presentan más de una o más curvaturas y nunca son rectas.

3.1 Vibriones: Bacterias curvas (en forma de coma).



Vibrión

3.2. Espirilos: Bacterias que poseen una configuración helicoidal, semejante a la de un tirabuzón, cuyos cuerpos son relativamente rígidos. Se desplazan con la ayuda de apéndices externos llamados flagelos.



Espirilo

3.3. Espiroquetas: son microorganismos helicoidales y flexibles. Se desplazan mediante filamentos axiales que se asemejan a los flagelos, pero están rodeados por una vaina externa flexible.



Espiroqueta

4. Otras morfologías:

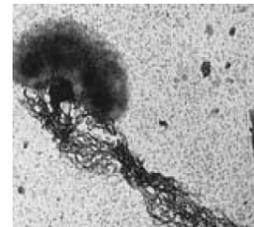
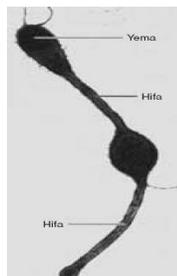
4.1. Bacterias en forma de estrella, genero *Stella*.

4.2. Células planas y rectangulares (*Archaea Halofilas*), genero *Haloarcula*

4.3. Células triangulares.

4.4. Microorganismos en forma alargada o de pera, producen una yema al final de la hifa, genero *Hyphomicrobium*.

4.5. Bacterias que forman pedúnculos no celulares como *Gallionella*



Bacterias en forma de estrella, Bacterias en forma rectangular, bacterias alargadas e en forma de pera y bacterias con pedúnculos

Estructura

Con el microscopio electrónico, se han podido estudiar y revelar detalles estructurales de las bacterias. No todas las estructuras parecen ser necesarias para la sobrevivencia de las bacterias, comparando diferentes tipos de bacterias se ha podido determinar cuales estructuras están siempre presentes y son por lo tanto esenciales y cuales no lo son.

Estructuras esenciales	Estructuras no esenciales
ADN	Glicocálix (cápsula, capa mucosa)
Membrana plasmática	Flagelo
Pared celular	Fimbrias
Ribosomas	Pelos
	Inclusiones citoplasmáticas

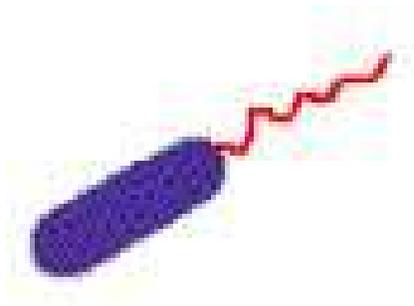
Flagelos

Algunas bacterias producen flagelos, estos son apéndices largos y delgados que sirven como organelos de locomoción, se originan en el citoplasma de la célula en una estructura conocida como cuerpo basal. El movimiento de las bacterias flageladas se cree que está asociado a cambios mecánicos en el cuerpo basal y a la continua generación de ATP. La rotación de cada flagelo empuja a la célula bacteriana en una dirección específica.

Los flagelos están constituidos por una proteína llamada flagelina y no pueden ser vistos con un microscopio ordinario sin ser teñidos por algún procedimiento especial. Los flagelos también pueden observarse con el microscopio electrónico por medio de la técnica de sombreado.

Los flagelos se pueden encontrar dispuestos de maneras diferentes sobre la superficie bacteriana, de acuerdo a esto pueden haber bacterias con:

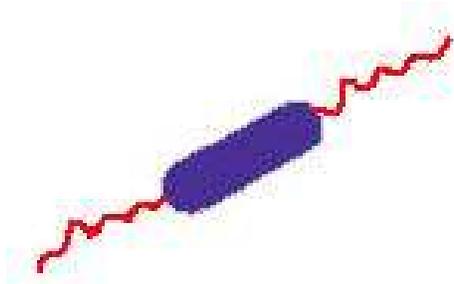
Flagelación monotrica: Cuando tienen un solo flagelo polar.



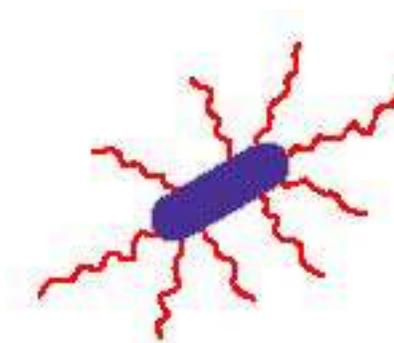
Flagelación lofotrica: Cuando tienen un penacho de flagelos en uno de los extremos.



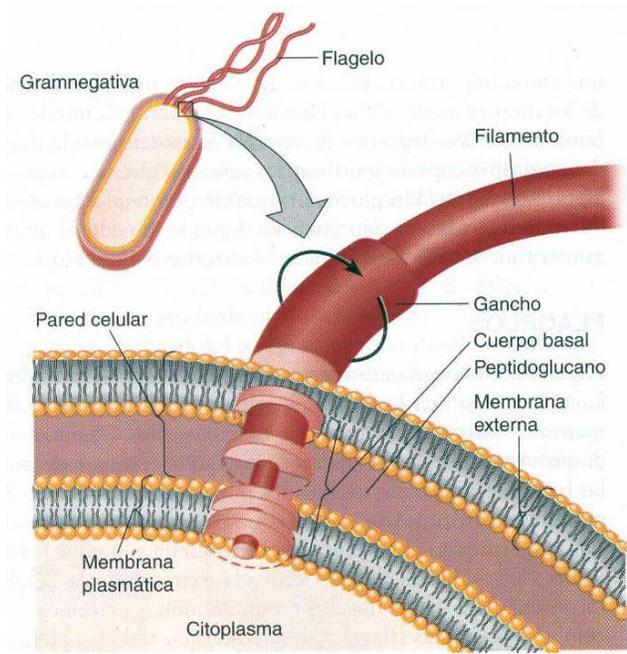
Flagelación anfotrica: Cuando tienen un flagelo o un penacho de flagelos en ambos extremos.



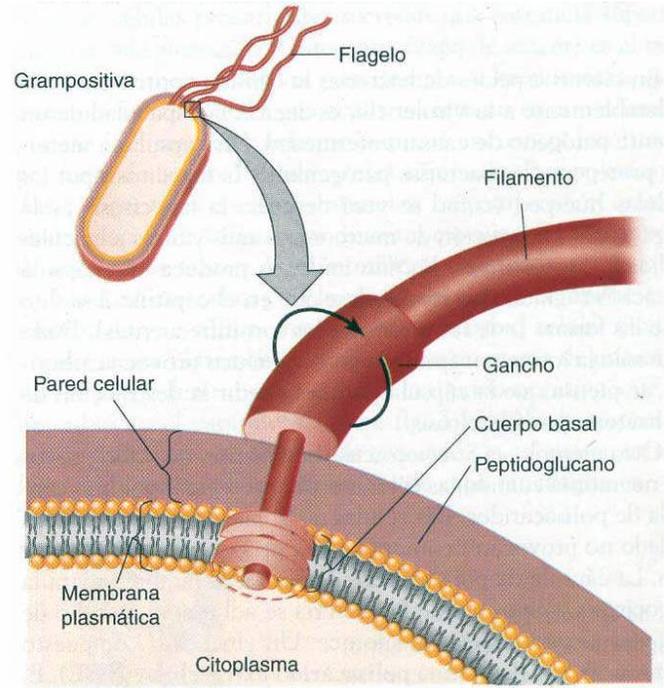
Flagelación peritrica: Cuando los flagelos están más o menos uniformemente distribuidos sobre toda la superficie de la célula bacteriana.



El tipo de flagelación se usa como característica para la clasificación de las bacterias.



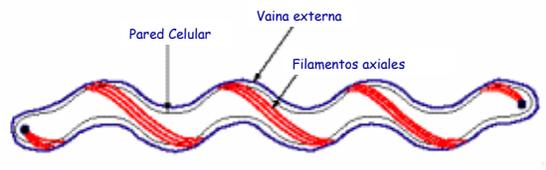
Estructura de un flagelo de una bacteria gram negativa



Estructura de un flagelo de una bacteria gram positiva

Filamento axial

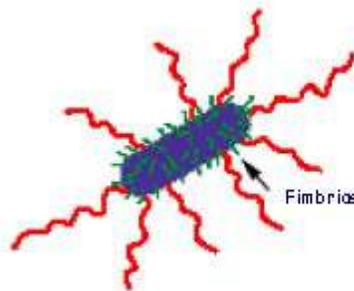
Es una estructura de locomoción semejante al flagelo que poseen las bacterias en forma de espiral. Consiste en una serie de fibrillas que nacen en los extremos de la célula debajo de la vaina externa y sigue un trayecto helicoidal alrededor de la célula



Fimbrias

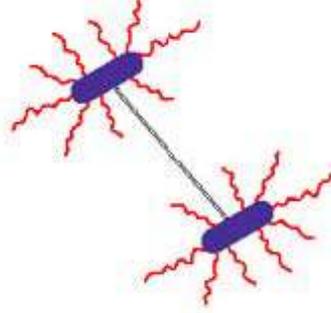
Las fimbrias son estructuras similares a los flagelos pero más cortas y más numerosas y no están involucradas en la motilidad. Su composición química es similar a la de los flagelos.

Las fimbrias capacitan a las bacterias para adherirse a superficies inertes o para formar películas sobre la superficie de los líquidos.



Pelos

Estructuralmente son similares a las fimbrias pero generalmente son más largos y están constituidos por una proteína específica denominada pilina. Los pelos están involucrados en los procesos de conjugación bacteriana y sirven de receptores específicos a ciertos virus bacterianos (bacteriófagos). También participan en la adherencia de algunas bacterias patógenas a los tejidos humanos.



Glicocálix (Cápsulas y capas mucosas)

Se ha denominado glicocálix a cualquier estructura que contenga polisacáridos ubicada del lado externo de la pared celular bacteriana. Puede estar compuesta de polisacáridos fibrosos o de glicoproteínas esféricas producidas por la misma célula bacteriana.

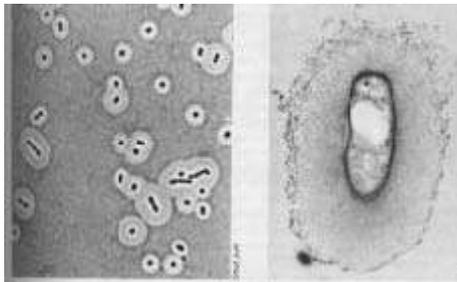
Las funciones y actividades del glicocálix incluyen:

- a. Capacitar a las bacterias que lo poseen para unirse a superficies sólidas.
- b. Proteger a las bacterias de la acción de agentes antibacterianos tales como: antibióticos, virus bacterianos, inmunoglobulinas y fagocitos.

Si la capa viscosa que rodea la bacteria está dispuesta de un modo compacto alrededor de la superficie celular se denomina cápsula, si está floja formando una capa difusa se le denomina capa mucosa.

La síntesis de estas cápsulas está muy influenciada por el medio ambiente donde crecen las bacterias, la capacidad de producir cápsula es una propiedad hereditaria.

Entre los patógenos que producen cápsulas se ha observado un alto grado de correlación entre capsulación y patogenicidad. Por ejemplo la remoción enzimática de la cápsula de neumococos virulentos los hace no virulentos, ya que son susceptibles a la fagocitosis.



Pared celular

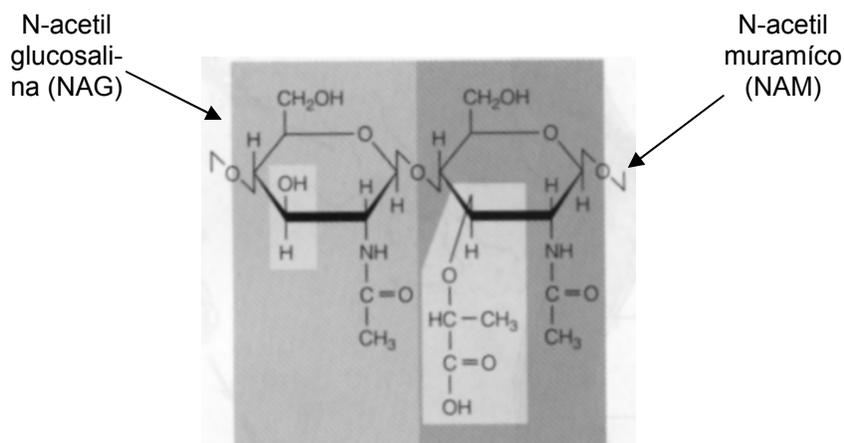
Uno de los rasgos estructurales más importantes de las bacterias es su pared celular, que está constituida por sustancias poliméricas complejas conocidas como peptidoglucanos, los cuales son los responsables de su naturaleza rígida.

La pared celular les confiere la forma a las bacterias y les proporciona protección mecánica, ya que ellas se encuentran en ambientes que pueden tener diferentes concentraciones de soluto. La mayoría de estos ambientes tienen concentraciones más bajas (hipotónicas) que el interior de la célula bacteriana, siendo aproximadamente 10 milimolar (mM). En este caso el agua pasa de los sitios de baja concentración de solutos, a los de alta concentración y ocurre el proceso de ósmosis. Así pues, existe una constante tendencia en toda la vida de la célula bacteriana a que el agua entre y de no ser por la fuerza de la pared celular, estas se hincharían y explotarían (lisis).

Dentro de las bacterias podemos distinguir dos grandes grupos, las gram positivas y las gram negativas, basados en la diferente coloración que ellas presentan al ser teñidas por el proceso de tinción de Gram, estas diferencias de coloración en los dos grupos de bacterias son debidas a diferencias en las estructuras de sus paredes celulares.

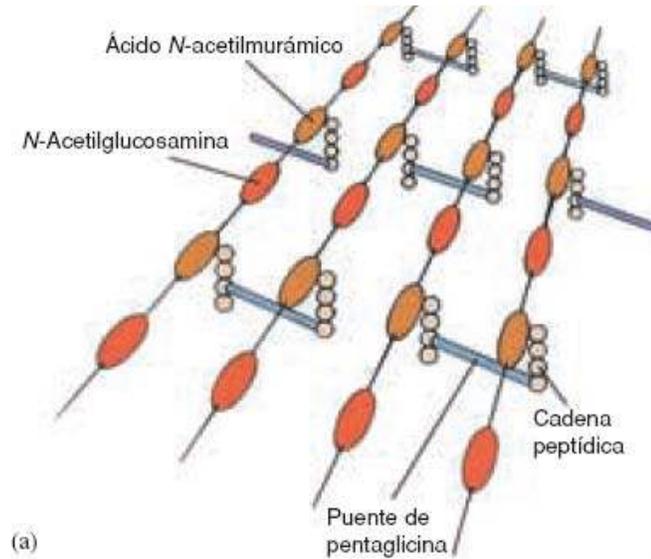
Estructura.

La pared celular bacteriana está compuesta por una red macromolecular denominada peptidoglucano o mureína. El peptidoglucano es un gran polímero formado por muchas subunidades idénticas de dos azúcares, el N-acetilglucosamina (NAG) y el ácido N-acetilmurámico (NAM, éter láctico de N-acetilglucosamina) y un pequeño grupo de aminoácidos.



Estructura del peptidoglucano

Las moléculas de NAM y NAG se unen en forma alterna para formar hileras de 10 a 65 azúcares que constituyen un esqueleto de hidratos de carbono (la fracción glucano del peptidoglucano). Las hileras vecinas están unidas por polipéptidos (la fracción peptídica del peptidoglucano), es decir, existen cadenas laterales tetrapeptídicas, las cuales están formadas por cuatro aminoácidos que incluyen: D-alanina, L-alanina, d-glutámico y lisina o ácido diaminopimérico (DAP), unidos al grupo carboxilo del NAM. Los aminoácidos están dispuestos en un patrón alterno de formas D y L. esta disposición es específica del peptidoglucano porque todos los aminoácidos presentes en otras proteínas corresponden a la forma L.



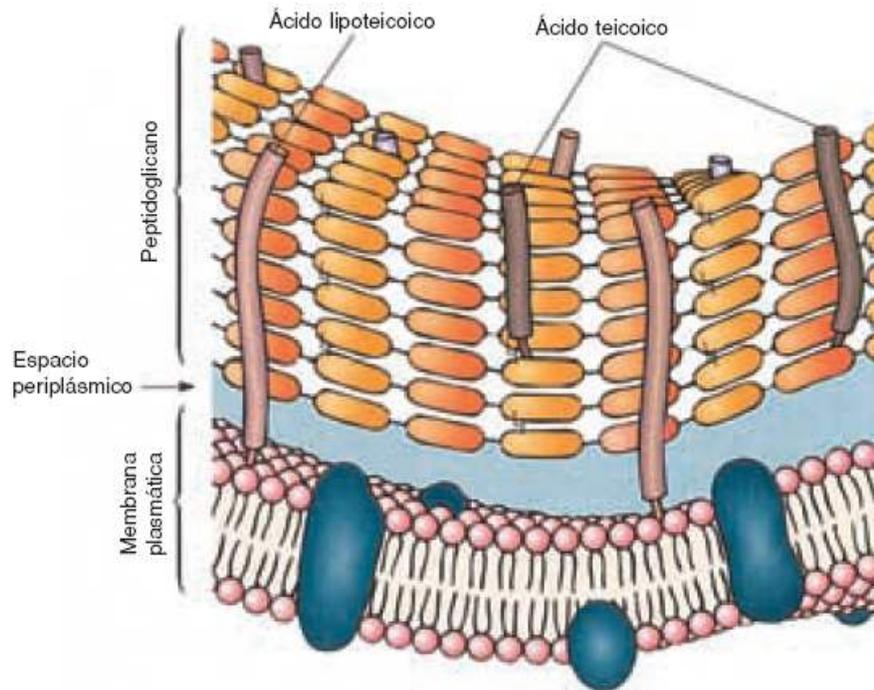
Las cadenas laterales tetrapeptídicas se pueden unir directamente entre sí o mediante un puente transversal peptídico compuesto por una cadena corta de aminoácidos; es decir, el grupo carboxilo de la d-alanina Terminal está conectado directamente al grupo amino del ácido diaminopimérico, pero se puede emplear en su lugar un interpuente peptídico



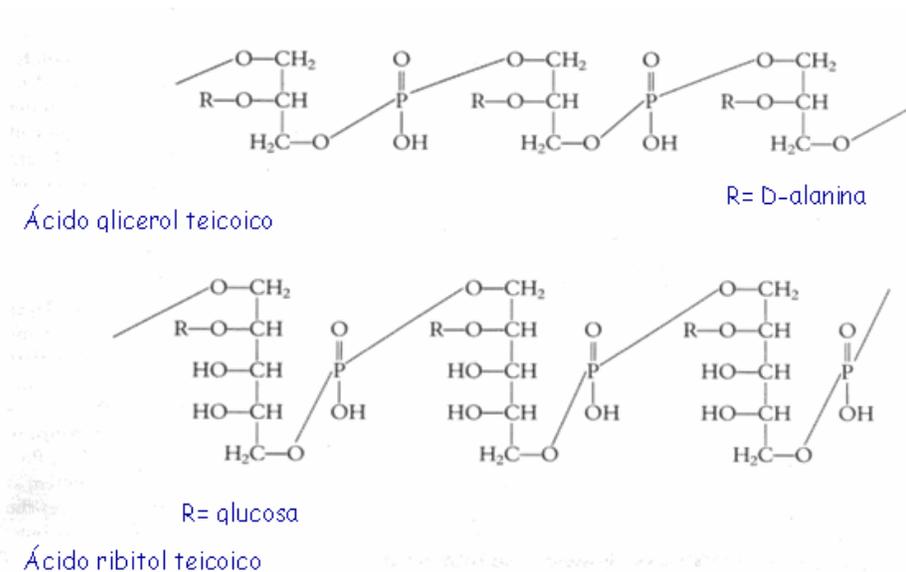
La mayoría de los peptidocluicanos de las bacterias gram negativas carecen de este tipo de puente. Este entrecruzamiento en las bacterias gram positivas, produce una red densa de peptidoglucano de gran tamaño, siendo lo suficientemente fuerte como para mantener su forma e integridad, aunque son elásticos y pueden estirarse en cierto grado, adicionalmente también son porosos para que puedan atravesarlos las moléculas.

Pared celular de las Bacterias Gram Positivas

En la mayoría de las células gram positivas, la pared celular está compuesta por varias capas de peptidoglucano (hasta 25 capas) que conforman una estructura gruesa y rígida, representando hasta el 90% de la pared celular, aunque también presentan embebidos en dicha estructura a los ácidos teicoicos, los cuales son polímeros de la pared celular, formados por unidades de ribitolfosfato o glicerolfosfato, siendo estos responsables de la carga negativa de la superficie de las bacterias y pueden intervenir en el paso de iones a través de la pared celular.



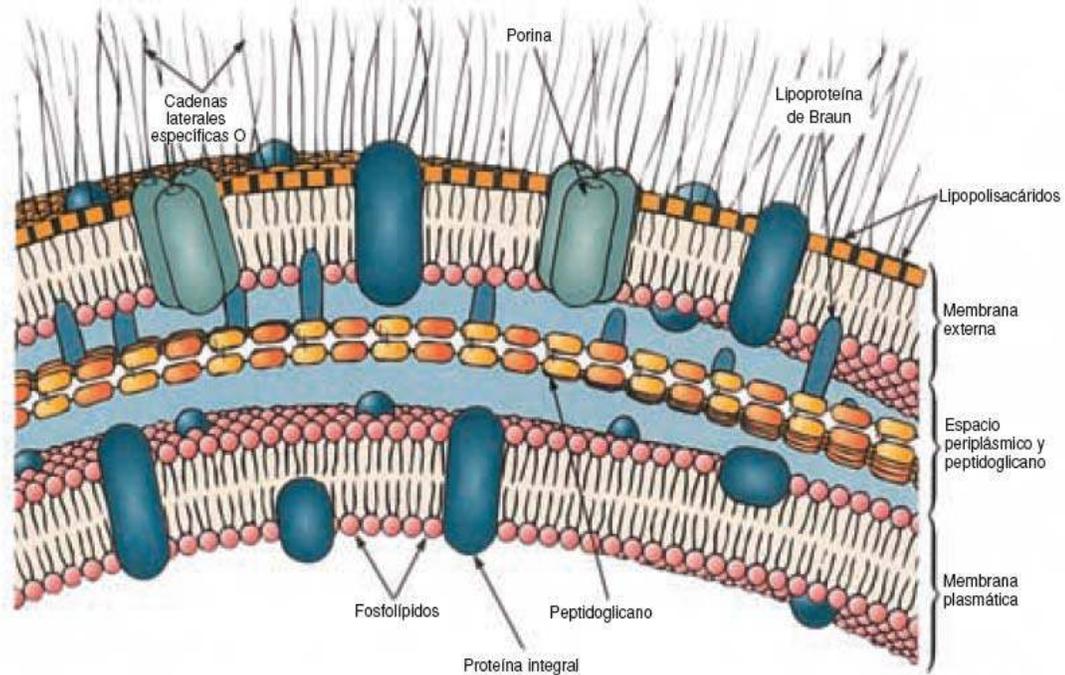
En resumen, podemos decir que los ácidos teicoicos, son polímeros de glicerol y ribitol unidos por grupos fosfatos y a menudo presentan unidos aminoácidos como la d-alanina o azúcares como la glucosa. Los ácidos teicoicos están unidos al peptidoglucano mediante un enlace covalente con el ácido N-acetilmurámico, o a los lípidos de la membrana plasmática, en cuyo caso se denomina lipoteicoico. Los ácidos teicoicos no están presentes en las células gram negativas



Pared Celular de las Bacterias Gram Negativas

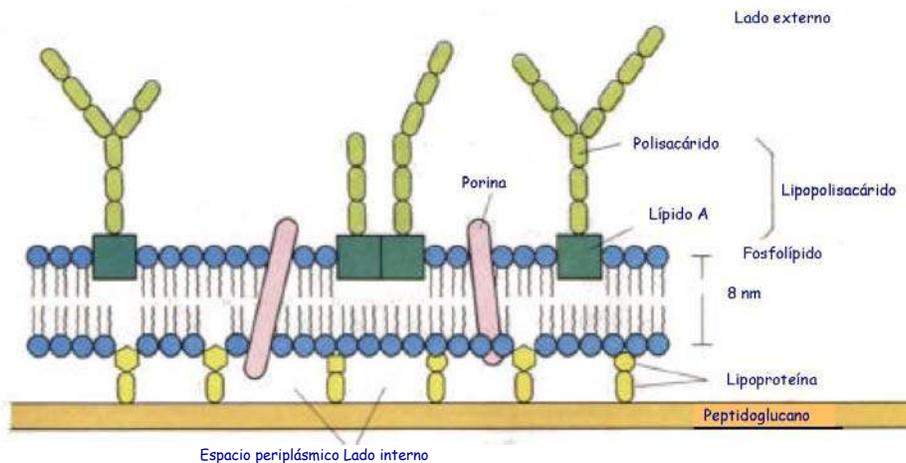
La pared celular de las bacterias gram negativas está compuesta por una capa o por muy pocas capas de peptidoglucano y una membrana externa. El peptidoglucano está unido a lipoproteínas (lípidos unidos a proteínas mediante enlaces covalentes) de la membrana externa y se encuentra en el *periplasma* (*espacio periplásmico*), una sustancia gelatinosa localizada entre la membrana externa y

la membrana plasmática. El periplasma contiene una concentración elevada de enzimas degradantes y proteínas de transporte. La pared celular de las bacterias gram negativas no contiene ácidos teicoicos y el hecho de que contenga una escasa cantidad de peptidoglicano aumenta su susceptibilidad a la ruptura mecánica.



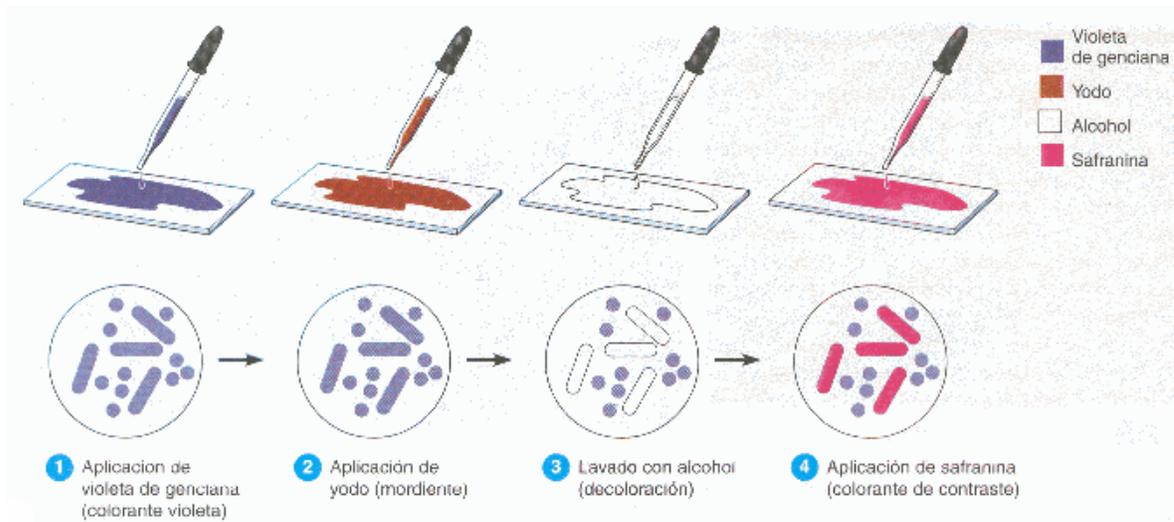
Lipopolisacárido (LPS)

Son componentes de la envoltura externa de las bacterias gram negativas. Una molécula de LPS tienen una estructura general que consiste en una cadena de polisacárido unida covalentemente a un glicolípido (lípidos A). El lípidos A parece ser el responsable de la actividad endotóxica del LPS.



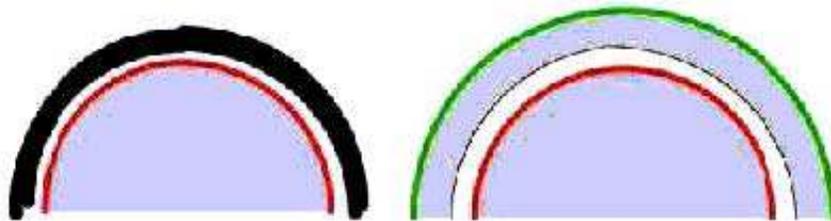
Mecanismo de la tinción de Gram

Este mecanismo se basa en las diferencias de la estructura de la pared celular y en la forma en que reacciona frente a diversos reactivos (sustancias utilizadas para provocar una reacción química). El principal colorante que se emplea en esta técnica (violeta de genciana o cristal violeta) tiñe de color violeta tanto las células gram positivas como las gram negativas, porque ingresa en el citoplasma de ambas. La aplicación del yodo (mordiente) determina la formación de cristales con el colorante que no pueden atravesar la pared celular debido a su gran tamaño. La aplicación del alcohol deshidrata el peptidoglucano de las células gram positivas y las torna aún más impermeables a los cristales de violeta de genciana-yodo. En el caso de las células gram negativas el efecto es muy diferente, dado que el alcohol disuelve la membrana externa e incluso crea en la delgada capa de peptidoglucano orificios a través de los cuales se difunde los cristales de violeta-yodo. Como las bacterias gram negativas se tornan incoloras después del lavado con alcohol, el agregado de safranina (tinción de contraste) determina que las células adquieran un color rosado.



Gram positiva

Gram negativa



Rojo: membrana plasmática

Negro: Peptidoglucano

Verde: membrana externa

Diagrama comparativo de la pared celular de bacterias gram positivas y gram negativas

Estructura y composición química de las paredes celulares de bacterias gram positivas y gram negativas

	Gram positivas	Gram negativas
Envoltura externa (capa de lipopolisacáridos y proteínas)	Ausente (-)	Presente (+)
Peptidoglucano	+(90% de la pared celular)	+(5-20% de la pared celular)
Espesor	Grueso (20 a 80 nm)	Delgado (2-3 nm)
Grado de entrecruzamiento	Alto	Bajo
Tipo de entrecruzamiento	A través de puentes inter-peptídicos	Enlace directo entre las cadenas peptídicas
Ácido teicoicos	Presentes (+)	Ausentes (-)

Funciones de la pared celular

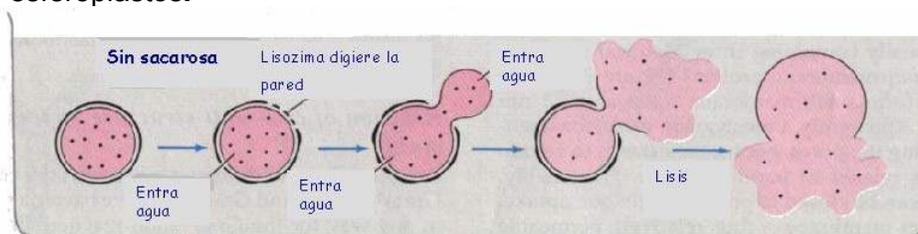
Mediante el siguiente experimento podemos ilustrar las funciones de la pared celular. Para esto vamos a tratar una suspensión de bacterias con una enzima lisozima. Esta enzima se encuentra presente en las lagrimas, saliva u otros líquidos.

La lisozima hidroliza las uniones β -1,4 (N acetil glucosamina-N acetil murámico) del peptidoglucano de la pared celular, removiendo de esta manera la pared celular, en el caso de las bacterias gram positivas y parcialmente en las gram negativas.

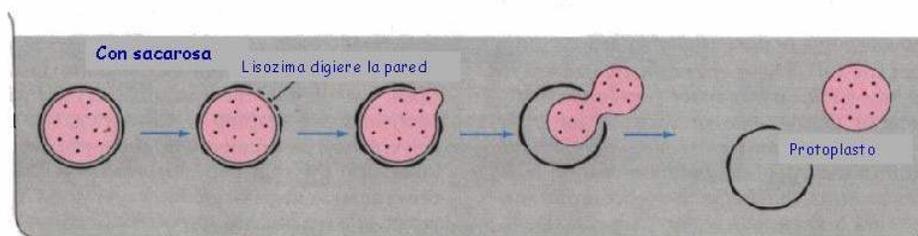
Si se agrega una suspensión de bacterias gram positivas, en un medio isotónico (lográndose mediante el uso de un soluto que no penetra la célula por ejemplo sacarosa), la concentración del soluto en el exterior de la célula equilibra los que están en su interior y luego la suspensión la tratamos con lisozima no se produce lisis y de cada bacteria se forma una estructura denominada protoplasto.

Ahora sí colocamos en agua estos protoplastos (estabilizados en sacarosa) se observa lisis inmediatamente. Los protoplastos estabilizados osmóticamente siempre son esféricos en medio líquido, aun cuando se hayan obtenidos de formas bacilares, lo que nos señala que la forma de una célula intacta está determinada por la pared celular.

También se puede obtener estructuras esféricas osmóticamente sensibles utilizando bacterias gram negativas, tratadas con lisozima en un medio isotónico, estos reciben el nombre de esferoplastos.



Lisis del protoplasto en solución diluída



Estabilización del protoplasto por sacarosa

Concluyendo, de esta manera podemos definir como:

Protoplasto

Estructura esférica, osmóticamente sensible, derivada de una bacteria gram positiva, a la que se le ha removido su pared celular.

Esferoplasto

Estructura esférica, osmóticamente sensible, derivada de una bacteria gram negativa a la que se le ha removido parcialmente su pared celular.

Generalmente las células bacterianas se encuentran en ambientes que pueden tener diferentes concentraciones de solutos. La mayoría de estos ambientes tienen concentraciones más bajas (hipotónico) que el interior de la célula, siendo aproximadamente 10 milimolar (mM). En este caso el agua pasa de los sitios de baja concentración de solutos a los de alta concentración y ocurre el proceso de ósmosis. Así pues, existe una constante tendencia en toda la vida célula bacteriana a que entre agua por lo que la célula podría hincharse y explotar sino existiera la fuerte y resistente pared celular.

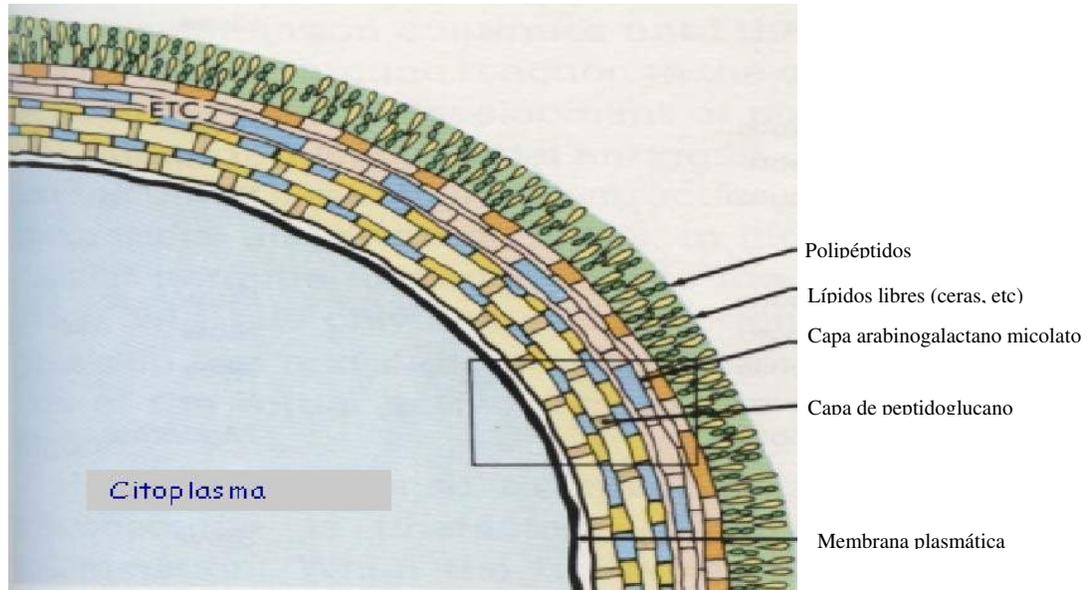
COMPARACIÓN ENTRE PROTOPLASTOS Y ESFEROPLASTOS

	PROTOPLASTOS	ESFEROPLASTOS
Origen	Gram positivas	Gram negativas
Pared celular	-	- (restos)
Osmóticamente sensibles	Si	Si
Forma esférica (aún cuando se originen de bacilos)	Si	Si

Bacterias ácido alcohol resistentes

En un grupo de bacterias, por ejemplo los miembros del género *Mycobacterium*, la composición de su pared celular es inusualmente rica en lípidos y no pueden ser teñidas por el método de Gram. Para la tinción de estos microorganismos se usa una coloración conocida como el método de Ziehl-Neelsen, en el que se tiñen las bacterias con fucsina fenicada y luego se procede a decolorar con alcohol ácido y se usa azul de

metileno como colorante de contraste. La mayoría de las bacterias se decolora por el alcohol ácido y pueden tomar el azul de metileno mientras que las ácido resistentes mantienen el color rojo brillante de la fucsina.



Membrana plasmática

Inmediatamente después de la pared celular de las bacterias se encuentra la membrana plasmática, su estructura es similar a membrana plasmática de otras células, es una membrana semipermeable, compuesta de fosfolípidos y proteínas. La membrana bacteriana se diferencia de la de las células eucariotas en que carece de esteroides. Funciona como una barrera de permeabilidad, es decir, regula el paso de materiales hacia y desde el interior de la bacteria. En el interior de la membrana se alojan un gran número de enzimas entre ellas permeasas de diferentes tipos y la enzimas de la respiración.

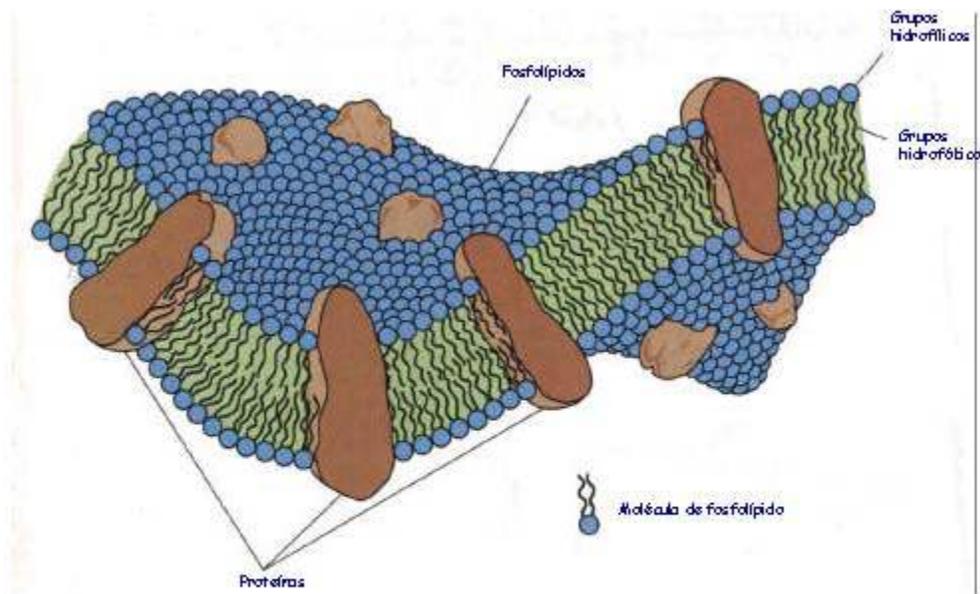
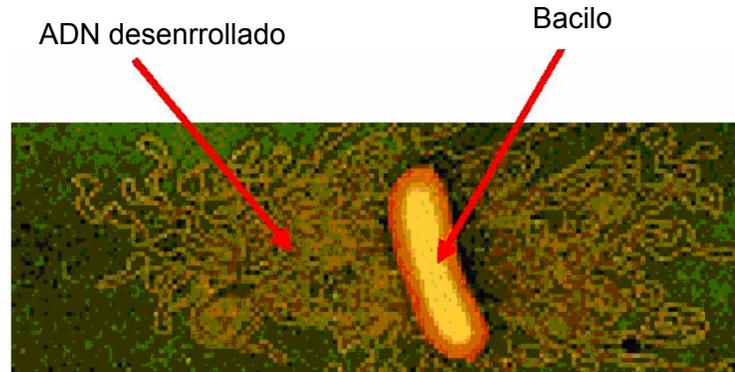


Diagrama de la estructura de la membrana plasmática

Región nuclear

La región nuclear de las bacterias, como procariontas que son, no está rodeada por una membrana, y consta simplemente de una sola molécula circular de ADN de doble cadena, la que constituye el cromosoma de la bacteria (genoma). Algunas bacterias portan información genética adicional en la forma de moléculas circulares de ADN extracromosómico, conocidas como plasmídios. Estos plasmídios se replican independientemente y llevan información genética que no es esencial para la vida de los microorganismos.



Endosporas

Algunas bacterias, entre ellas las pertenecientes a los géneros *Clostridium* y *Bacillus*, producen unos cuerpos ovalados de pared gruesa denominados endosporas.

La endospora es una estructura latente, que presenta una elevada resistencia al calor, a la desecación, a los desinfectantes químicos y a las radiaciones y es impermeable a los colorantes comunes. Se denomina endospora porque se forma en el interior de la célula. La endospora tiene muy poca cantidad de agua, y contiene ácido dipicolínico en grandes cantidades, este compuesto no se encuentra en las células vegetativas, la endospora contiene también calcio en grandes cantidades, a estas tres condiciones, poca agua, ácido dipicolínico y calcio en grandes cantidades, se le atribuye su elevada resistencia al calor.

El proceso de formación de la endospora se denomina esporulación. La endospora bajo condiciones favorables puede germinar originando una célula vegetativa. Por cada endospora se origina una sola célula vegetativa y cada célula vegetativa origina una sola endospora por lo que la endospora bacteriana constituye una forma de resistencia y no una forma de multiplicación.

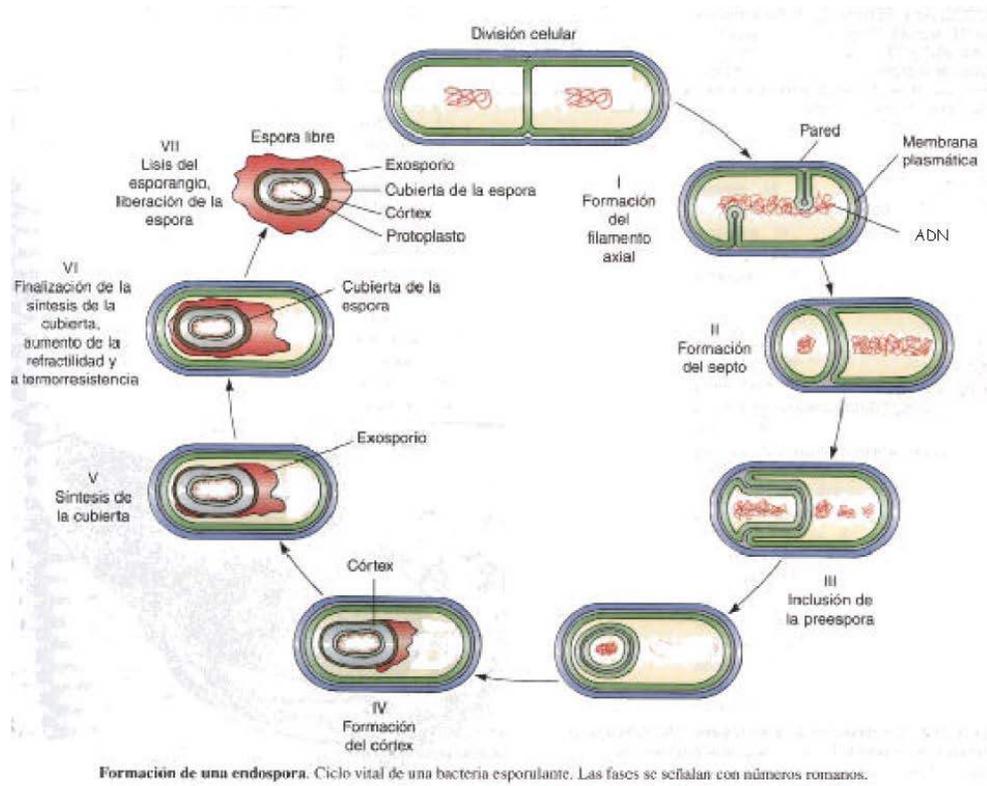


Fig 3.47 Microbiología Prescott et al (1999)

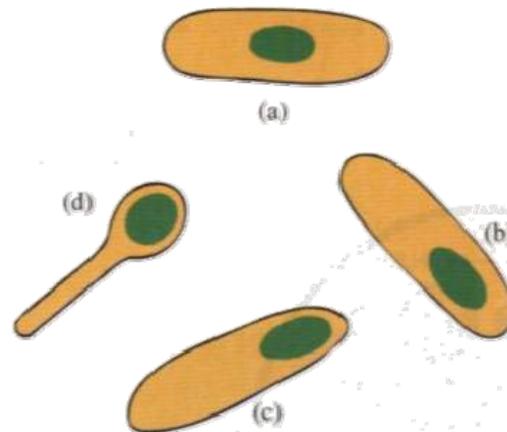


Figura 3.44 Ejemplos de localización y tamaño de las endosporas. (a) Espora central. (b) Espora subterminal. (c) Espora terminal. (d) Espora terminal con esporangio hinchado.

Microbiología Prescott et al (1999)

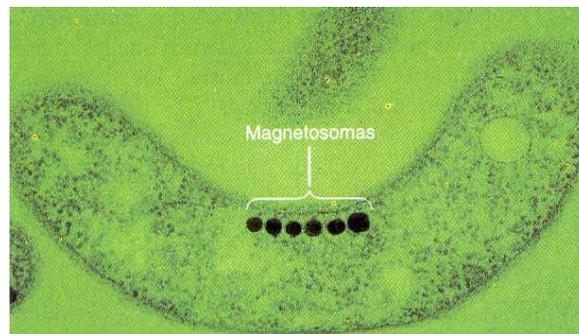
Inclusiones citoplasmáticas

Son depósitos de material de reserva, entre ellos tenemos gránulos de ácido poli β -hidroxibutírico, gránulos de almidón y de glicógeno que son una reserva de carbono y energía. Estas inclusiones pueden observarse utilizando procedimientos específicos de tinción.

Algunas bacterias acumulan fosfatos en forma de gránulos de polifosfato y otros microorganismos acumulan carbono y energía en forma de gotas de grasa.

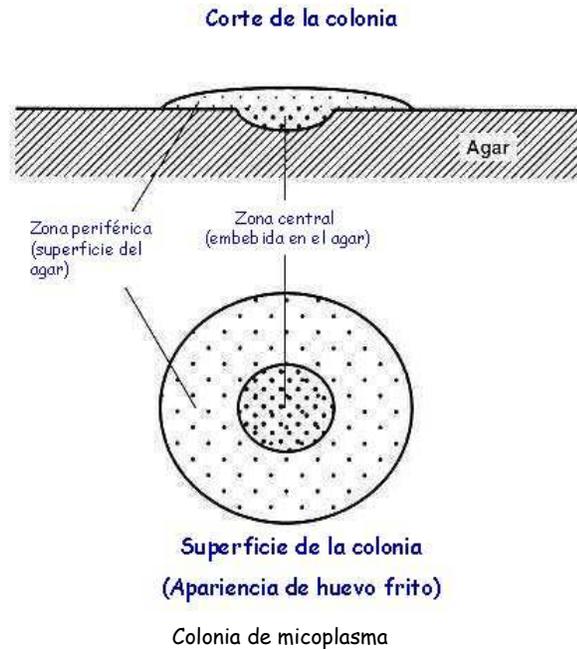
Magnetosomas

Son inclusiones de óxido de hierro formados por algunas bacterias gram negativas, que actúan como imanes. *In vitro*, descomponen el peróxido de hidrógeno y se especula que su papel dentro de la célula bacteriana es protegerla contra la acumulación de peróxido de hidrógeno.



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MICOPLASMAS

- Son bacterias que carecen de pared celular.
- Son pleomórficos.
- Presentan esteroides en su membrana, excepto el género *Acholeplasma*.
- Contienen ADN y ARN.
- Pueden ser teñidos por Giemsa.
- Son tan pequeños que pasan fácilmente a través de filtros capaces de retener otras bacterias.
- Pueden presentarse como elementos esféricos (300-800 nm) de diámetro) o como estructuras filamentosas de longitudes variables (100-300 nm) a menudo muy ramificadas
- Cuando crecen en medios sólidos hay una tendencia de los micoplasmas para crecer de modo que queden incluidos en el medio, pareciendo que la naturaleza fibrosa del agar afecta el proceso divisional, quizás favoreciendo la separación de unidades de la masa en crecimiento. Las colonias formadas son pequeñas (50 μm - 600 μm de diámetro) difíciles de observar sin lupa, aun cuando estén teñidas
- Las colonias de los micoplasmas tienen una apariencia característica de "huevo frito". Esto se debe a que se observa una zona central granular y opaca rodeada de una zona clara y plana.



- Los micoplasmas son más resistentes a la lisis osmótica que los protoplastos y pueden sobrevivir en ciertas condiciones en las cuales los protoplastos se lizarían.
- La capacidad de resistir a ciertas condiciones se debe en parte a la naturaleza de su membrana celular, la que es más estable que las de las otras bacterias. En un grupo de micoplasmas, la membrana contiene esteroides que parecen ser los responsables de la estabilidad, mientras que en otros grupos los carotenoides u otros compuestos están relacionados con la estabilidad de la membrana.

COMPARACIÓN DE LOS MICOPLASMAS CON OTROS MICROORGANISMOS

	MICOPLASMAS	BACTERIAS	RICKETTSIAS	VIRUS
Crecimiento en medios libres de células	+	+	-	-
Filtrables a través de filtros de 450 μm	+	-	+	+
Pared celular	-	+	+	-
ADN Y ARN	+	+	+	-
Generan energía metabólica	+	+	+	-
Requieren esteroides *	+	-	-	-

* excepto el género *Acholeplasma*

FORMAS L

Ciertas bacterias (por ejemplo *Streptococcus* y bacilos entéricos) producen fácilmente y de forma espontánea una serie de variantes capaces de replicarse en forma de pequeños elementos carentes de pared celular. Estos microorganismos que reciben el nombre de formas L, pueden ser producidos por otras especies, siempre y cuando se produzca una alteración en la síntesis de la pared celular, por ejemplo, por la acción de la penicilina o por la existencia en el medio de concentraciones elevadas de sales.

Durante muchos años se creyó que las formas L eran micoplasmas, pero hoy mediante estudios inmunológicos y el análisis de la homología de los ácidos nucleicos se ha puesto de manifiesto que estos dos grupos no poseen ninguna relación de tipo taxonómico.

Las formas L a diferencia de los protoplastos y esferoplastos son capaces de multiplicarse.

Existen dos tipos de variantes de formas L, algunas variantes pueden revertir a células vegetativas normales en el huésped o en un medio favorable; otras formas L son estables y no revierten.

CUADRO COMPARATIVO ENTRE MICOPLASMAS, FORMAS L, PROTOPLASTOS Y ESFEROPLASTOS

	MICOPLASMAS	PROTOPLASTOS	ESFEROPLASTOS	FORMAS L
Presencia de pared celular	-	-	-	-
Capacidad de reproducirse	+	-	-	+
Osmóticamente sensibles	-	+	+	+
Presencia de esteroles en la membrana *	+	-	-	-

* excepto el género *Acholeplasma*

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS RICKETTSIAS

- Pertenecen a la familia *Rickettsiaceae* de las α -proteobacterias
- Bacilos gram negativos, no móviles.
- Tamaño: 0,3 - 0,6 μm x 0,8 - 2 μm .
- Parásitos intracelulares obligatorios, patógenos de vertebrados (incluyendo al hombre) y de artrópodos (pulgas, garrapatas, piojos etc.).
- Generalmente crecen en el citoplasma de la célula huésped.
- La notable inestabilidad de las rickettsias y el hecho que cuando se le añade ATP, NAD y CoA, estas sustancias restauran o previenen la pérdida de su actividad metabólica, hizo pensar que las membranas de las rickettsias eran laxas y con una permeabilidad mayor que las de las otras bacterias, pero ya se sabe con certeza que las membranas de rickettsias recién aisladas no son laxas y que su permeabilidad al ATP (y probablemente a las otras sustancias) es debida a sistemas de transporte no usuales en otras bacterias

Dentro de la familia *Coxiellaceae* de las γ -proteobacterias, existe el género *Coxiella*, constituido por la especie *Coxiella burnetii*, que difiere de los otros miembros de la familia en que su reacción al gram es variable, se replica en el fagolisosoma de la célula huésped y posee un alto grado de resistencia a agentes físicos y químicos. Se ha determinado que este género es capaz de producir estructuras similares a las endosporas bacterianas lo que explica su mayor resistencia a esos agentes.

- Las rickettsias se diferencian de las otras bacterias en que:
 - Tienen un tamaño menor, con un genoma más pequeño que codifica por un número menor de enzimas.
 - Son formas frágiles cuya transmisión depende de artrópodos vectores.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CLAMIDIAS (GÉNERO *Chlamydia*)

- Son bacterias que se comportan como parásitos intracelulares obligados.
- Su pared celular es parecida a la de las bacterias gram negativas.
- Tienen ambos tipos de ácidos nucleicos: ARN y ADN.
- Las células de clamidias son pequeñas, de forma redonda u oval y presentan variaciones morfológicas durante su ciclo de replicación.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HONGOS

Los hongos son un grupo diverso y ampliamente diseminado de eucariotas. Los hongos no contienen clorofila y la mayoría de las especies forman una pared celular rígida constituida por polisacáridos. Son organismos quimiorganotrofos que viven en ambientes bastante diversos. Algunos son acuáticos, principalmente de aguas dulces, aunque se conocen unas pocas especies de hongos marinos. La mayoría de los hongos tienen hábitats terrestres, viven en el suelo o sobre materia vegetal muerta y juegan un papel primordial en la mineralización del carbono orgánico. Muchos hongos son parásitos de plantas y unos pocos son parásitos del hombre y de los animales. Existen hongos filamentosos (multicelulares), denominados setas y mohos, y hongos unicelulares.

ESTRUCTURA VEGETATIVA

La estructura vegetativa de un hongo filamentosos es llamado TALO, este talo está constituido por filamentos, los que usualmente son ramificados. Cada filamento individual es llamado HIFA y el conjunto de hifas se conoce como MICELIO

Las hifas pueden tener o no tener paredes transversales (septos) y así podemos hablar de Hifas septadas las que poseen paredes transversales y de Hifas cenocíticas las que no las tienen.

Las hifas crecen por elongación de sus puntas lo que se conoce como crecimiento apical y por producción de ramificaciones laterales. Las hifas que penetran en el medio donde absorben los nutrientes se conocen colectivamente como Micelio Nutritivo o Vegetativo, mientras que aquellas que se proyectan sobre la superficie del medio constituyen el Micelio Aéreo, y como este último a menudo produce las esporas o células reproductoras se le llama también Micelio Reproductivo.

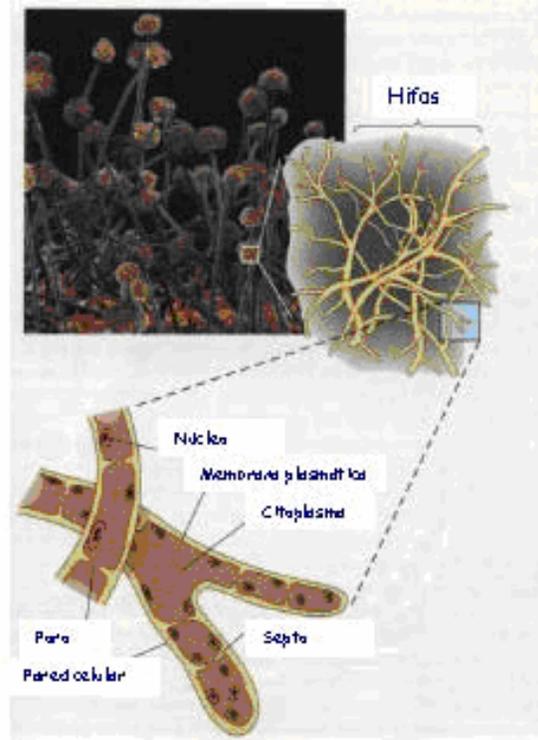


Fig. 11.5 Micelio de un hongo filamentoso (moho)
Microbiology Principles and explorations, 4th edition Black

Ya dijimos que no todos los hongos son filamentosos; algunas formas acuáticas son unicelulares y las levaduras también lo son. Algunos hongos patógenos del reino animal pueden crecer en forma unicelular o filamentosa dependiendo de las condiciones ambientales y este fenómeno se conoce como DIMORFISMO.

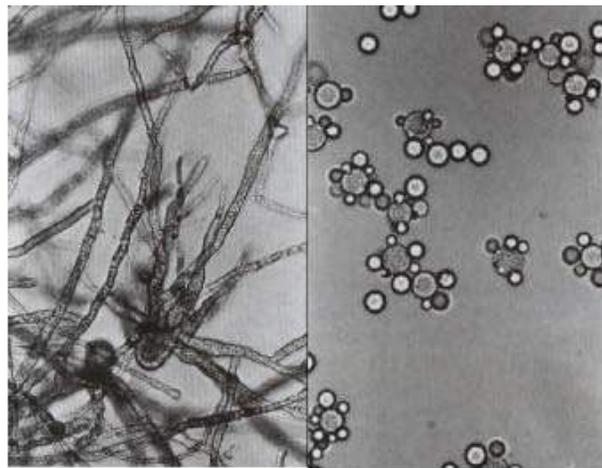


Fig. 11.5 Dimorfismo de un hongo
Microbiology Principles and explorations, 4th edition Black

Las levaduras son hongos unicelulares de forma oval o esférica con un diámetro de aproximadamente 3 a 5 μm . El crecimiento de las levaduras ocurre por un proceso de gemación en la que la célula madre emite un brote y duplica su núcleo, uno de los núcleos pasa al brote y posteriormente la célula hija, madura y se separa de la madre. Algunas veces la célula madre y su progenie permanecen adheridas formando los pseudomicelios.

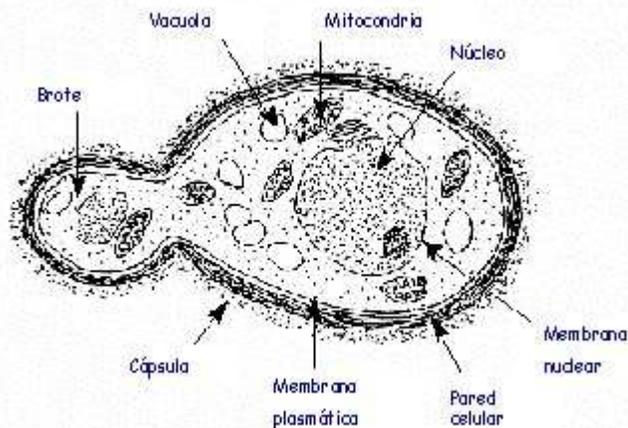


Diagrama de una célula de levadura

IDENTIFICACIÓN

La identificación de los hongos filamentosos está basada principalmente en sus rasgos estructurales y morfológicos. Algunos hongos tienen una apariencia tan característica que pueden ser identificados fácilmente, pero en la mayoría de los casos se requiere observar una preparación del hongo al microscopio y estudiar sus características tales como:

- Morfología de las hifas.
- Presencia o ausencia de septos.
- Ramificaciones.
- Tipo de esporas.
- También se estudian macroscópicamente las características de las colonias.

DEFINICIÓN DE VIRUS

Los virus son entidades estrictamente intracelulares, con una fase infecciosa que se caracterizan por:

- Poseer un sólo tipo de ácido nucleico.
- Multiplicarse a partir de su material genético.
- Ser incapaces de crecer en medios inanimados y de sufrir fisión binaria.
- Carecer de sistemas enzimáticos productores de energía y de materia prima para la fabricación de los componentes del virus.

Con base en estas características se puede concluir que los virus necesitan una célula viva, la que le va a suministrar la materia prima, la maquinaria biosintética y la energía para que el virus pueda replicarse.

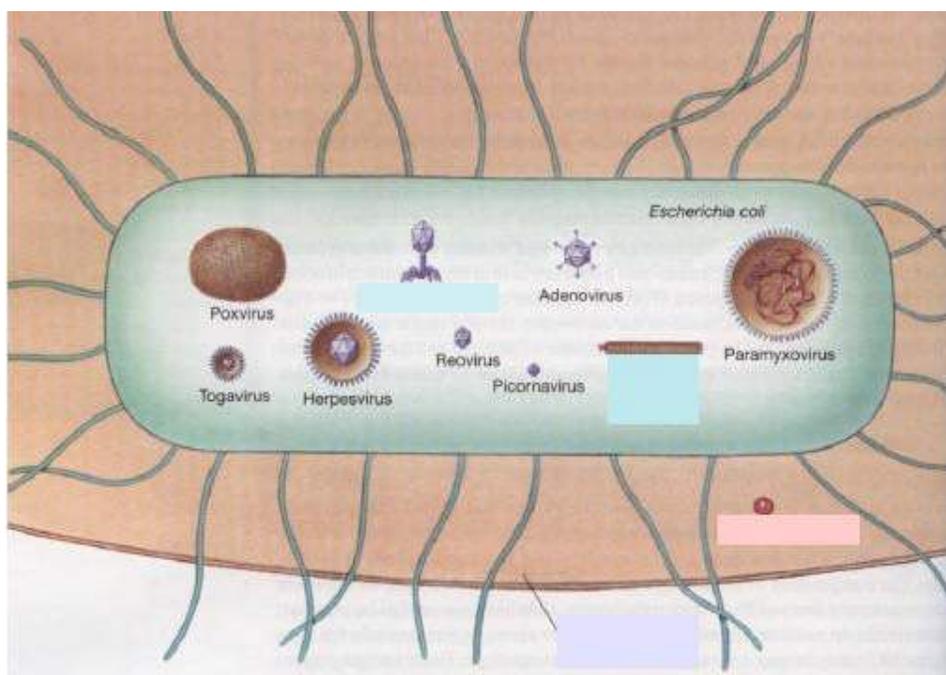
COMPARACIÓN CON OTROS MICROORGANISMOS

	Crecimiento en medios inanimados	Fisión binaria	ADN y ARN	Ribosomas	Sensibilidad a los antibióticos	Sensibilidad al interferón
BACTERIAS	+	+	+	+	+	-
RICKETTSIAS	-	+	+	+	+	-
MICOPLASMAS	+	+	+	+	+	-
VIRUS	-	-	-	-	-	+

ESTRUCTURA DE LOS VIRUS

Los virus constan esencialmente de una estructura proteica que encierra al ácido nucleico, bien sea del tipo ADN o ARN. Algunos virus contienen además lípidos y glicoproteínas y otros pueden contener ciertas enzimas no proporcionadas por la célula huésped

La mayoría de los virus caen dentro de la escala de tamaño comprendido entre 10-200 nanómetros, por lo que no pueden ser observados con el microscopio de luz ordinario sino con la ayuda del microscopio electrónico. Con la ayuda de dicho instrumento y mediante modelos obtenidos por difracción de rayos X, se ha podido estudiar la estructura de los virus.



Microbiology Principles and explorations 4th edition Black

Comparación del tamaño de diferentes tipos de virus, con otras estructuras y células

Existen tres tipos de estructuras fundamentales de virus:

a. Helicoidales

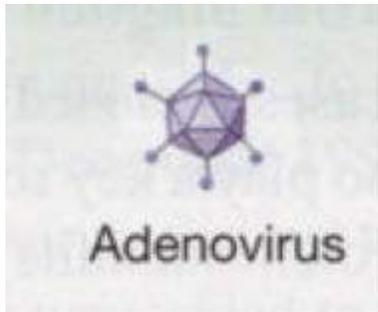
Están constituidos por sub-unidades proteicas, que forman la **cápsida**, dispuestas en forma de espiral, en asociación con el ácido nucleico. La asociación del ácido nucleico con la cápsida se denomina **nucleocápsida**. Algunos virus helicoidales presentan además una envoltura lipídica y se denominan virus helicoidales con cubierta. Por ejemplo, virus del Mosaico del tabaco, virus de la Influenza.



Virus helicoidales sin cubierta y con cubierta

b. Cúbicos

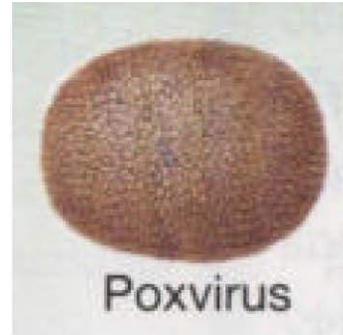
Estos virus poseen una simetría cúbica formando poliedros regulares de veinte caras triangulares (icosaedros). Están compuestos por el ácido nucleico, ADN o ARN, encerrado en una cubierta proteica denominada **cápsida**, la cual está formada por subunidades denominadas **capsómeros** los cuales están formados por polipéptidos denominados **protómeros**. Al igual que los helicoidales, algunos virus icosaédricos están rodeados de una envoltura lipídica y se denominan **virus icosaédricos con cubierta**. Por ejemplo, Poliovirus, Adenovirus, Herpes virus.



Virus cúbicos sin cubierta y con cubierta

c. Complejos

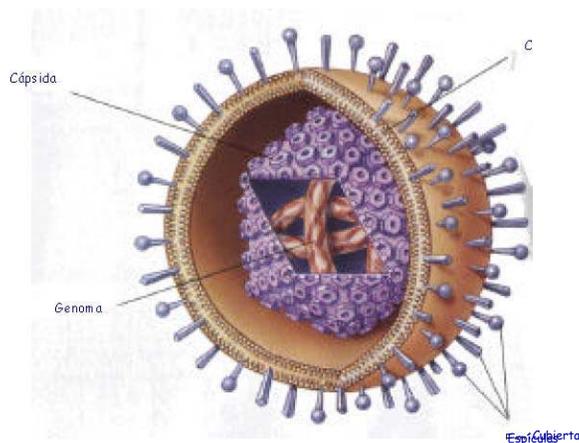
Virus tales como los poxvirus, no poseen cápsidas claramente identificables, pero poseen varias capas proteicas alrededor del ácido nucleico. Bacteriófagos: Poseen cápsidas más otra serie de apéndices.



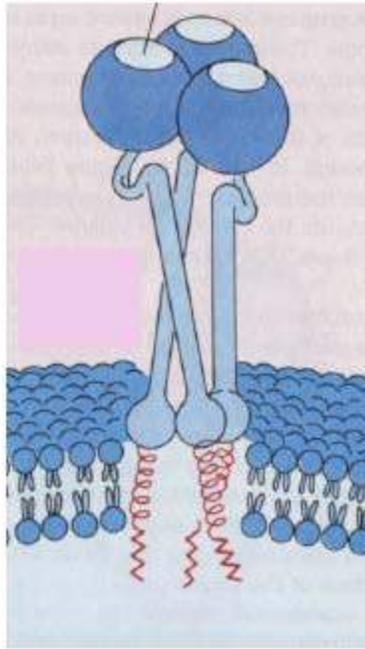
Virus complejos

ESTRUCTURA QUÍMICA Y FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LOS VIRUS

- **Genoma:** Está constituido por ADN (de doble o simple cadena) o por ARN (de doble o simple cadena). Contiene la información genética para la multiplicación de los virus.
- **Cápsida:** Cubierta proteica que rodea el ácido nucleico. En ella se encuentran los receptores virales de los virus desnudos y protege al ácido nucleico de las nucleasas presentes en los fluidos biológicos.
- **Cubierta:** Está formada por una doble capa de fosfolípidos con glicoproteínas incrustadas. En algunos virus, tales como el de la Influenza y el virus de la enfermedad de Newcastle, estas glicoproteínas vistas al microscopio electrónico aparecen como proyecciones que han sido denominadas "**espículas**".



Sitio de unión



Espícula de glicoproteína de una cubierta viral

Medical Microbiology Murray et al

PRIÓN

Son partículas infecciosas extremadamente pequeñas constituidas de proteínas sin ningún ácido nucleico. Se ha determinado que causan enfermedades de curso lento, por ejemplo la encefalopatía espongiforme en bovinos (enfermedad de las vacas locas)



Prión a. Forma inactiva b. Forma activa

ACTIVIDADES ADICIONALES

Busca en un diccionario de inglés técnico la traducción al español de las palabras siguientes

Acid-fast	
Arrangement	
Background	
Cell wall	
Discovery	
Envelope	
Environment	
Fat	
Layer	
Mordant	
Naked eye	
Rods	
Shape	
Single cell	
Size	
Slime	
Smears	
Stain	
World	
Yeast	

Elabora con materiales sencillos un modelo del peptidoglican de una bacteria gram positiva.

Elabora con materiales sencillos un modelo del peptidoglican de una bacteria gram negativa.

Investiga los principios básicos de la Microscopía de luz y de la Microscopía electrónica

Investiga por qué los micoplasmas son resistentes a los antibióticos que inhiben la síntesis de la pared celular. Investiga en qué consiste la quimiotaxis de las bacterias y qué estructura está involucrada en la misma

Elabora con materiales sencillos un modelo de un virus helicoidal sin cubierta.

Elabora con materiales sencillos un modelo de un virus cúbico sin cubierta.

Elabora con materiales sencillos un modelo de un virus cúbico o helicoidal con cubierta.

Elabora con materiales sencillos un modelo de un micelio vegetativo de un moho.

BIBLIOGRAFÍA

Black J. Microbiology Principles and Explorations, Fourth Edition, John Wiley and sons

Brock T. y Madigan T. Microbiología. Sexta Edition, 1993 Prentice-Hall.

David, Dulbecco, Eisen and Ginsberg, Microbiology, Fourth Edition, J. B. Lippincott Company 1990

Ketchum Paul A. Microbiology. Concepts and Applications 1988 John Wiley and sons.

Murray et al Medical Microbiology 1990, C.V. Mosby .

Pelczar, Reid and Chan. Microbiology. Fourth Edition. 1977. McGraw-Hill.

Prescott, Harley, Klein. Microbiología Cuarta edición 1999 McGraw-Hill Interamericana.

Tortora, Funke and Case. Microbiology An Introduction (Seventh Edition) 2001

Wistreich and Lechtman. Microbiology. Fifth Edition. (1988) Macmillan Publishing Co.

Magaly Pedrique de Aulacio

Norma De Castro Cátedra de Microbiología Facultad de Farmacia Universidad Central de Venezuela Octubre 2001

Alessandra Garcés
Katuska Saravia
Actualización 2008