

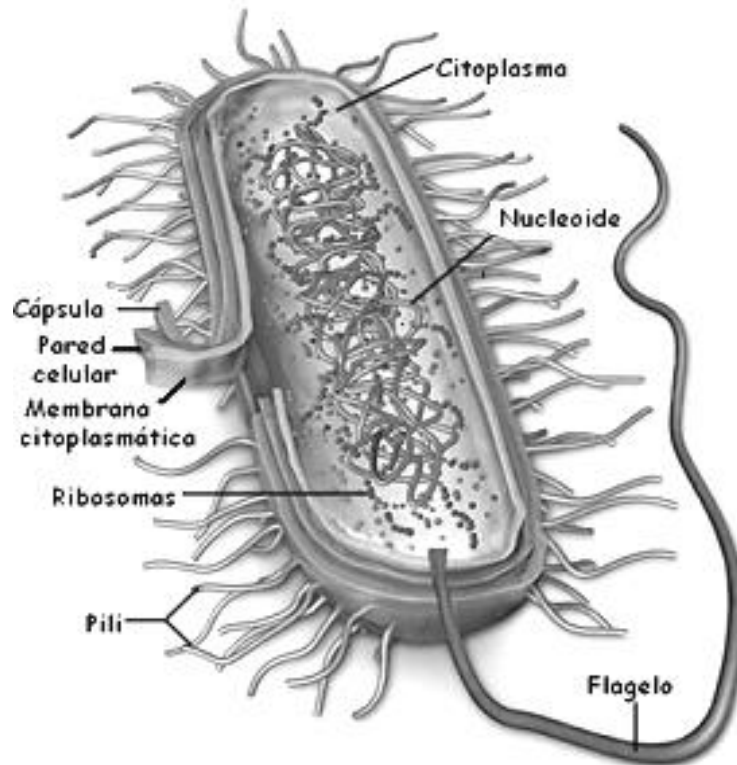
CÉLULA PROCARIOTA

Los microorganismos que poseen este tipo particular de célula pertenecen a los dominios Bacteria y Archaea y a sus correspondientes reinos. Son organismos unicelulares, por lo tanto una célula es también un individuo u organismo.


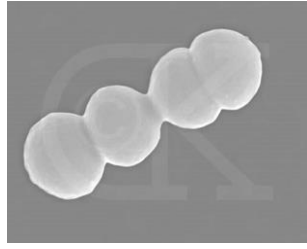

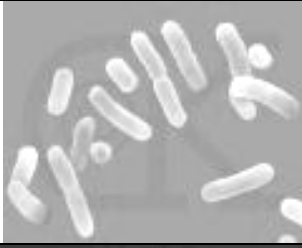

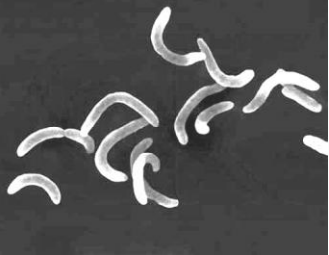

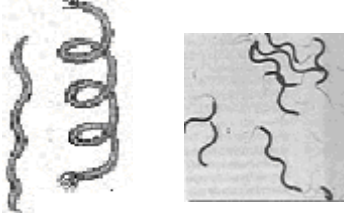

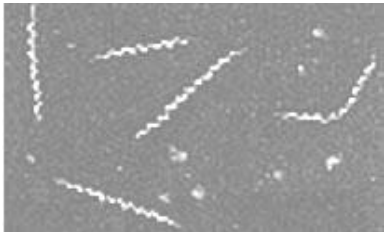

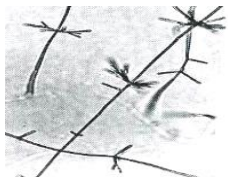
Las células procariotas, a diferencia de las eucariotas, no tienen un núcleo verdadero, sino una **región nuclear**. Cuando éstas células se dividen, lo hacen por **fisión binaria o ámitosis** y el resultado es la formación de dos nuevas células u organismos.

El tamaño que presentan es variable, se puede decir que en términos medios miden 1μ .

Célula procariota



Su forma (morfología) es una característica específica pero muy influida por el medio. Las formas que pueden adoptar las bacterias son: cocos, bacilos, vibriones, espirilos, espiroquetas, filamentosas (es el caso de los actinomicetes).

Formas bacterianas más frecuentes	Nombre	Microfotografía
	Cocos	
	Bacilos	
	Vibriones	
	Espiral	
	Espiral helicoidal o espiroquetas	
	Filamentosos	

También pueden existir otras formas menos comunes. Por ejemplo hay bacterias cuadradas propias de ambientes salinos, aunque son casos raros.

Cuando las células procariotas se dividen y **no** se separan después de la división pueden agruparse en formas característica para cada especie, así tenemos que:

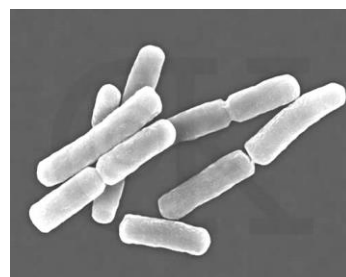
- Para el caso de los cocos, pueden ser:

Agrupaciones bacterianas	Ejemplos dentro de los géneros
<p>Coco</p> <p>Un plano de división</p> <p>Dos planos</p> <p>Tres planos</p> <p>Diplococos</p> <p>Estreptococos</p> <p>Tétradas</p> <p>Racimos</p>	<p><i>Neisseria</i></p> <p><i>Streptococcus</i></p> <p><i>Sarcina</i></p> <p><i>Staphylococcus</i></p>

Imágenes de agrupamientos más comunes:

<p>Diplococos y Estreptococos, se forman cuando las células se dividen en una sola dirección.</p>	
<p>Tétradas, se forman cuando las células se dividen en dos direcciones.</p>	
<p>Estafilococos, se forman cuando las células se dividen en tres o más direcciones.</p>	

➤ Para el caso de los bacilos, no suelen formar agrupamientos característicos salvo los **estreptobacilos**, donde se agrupan de a dos.



ESTRUCTURA CELULAR DE ORGANISMOS PROCARIOTAS (BACTERIAS)

Dentro de los componentes de las células procariotas, encontramos algunos que están siempre presentes y por esto se denominan estructuras invariables, y otros que se encuentran solamente en

algunos tipos de bacterias, por ello se denominan estructuras variables. Los constituyentes que describiremos se enumeran en la siguiente tabla.

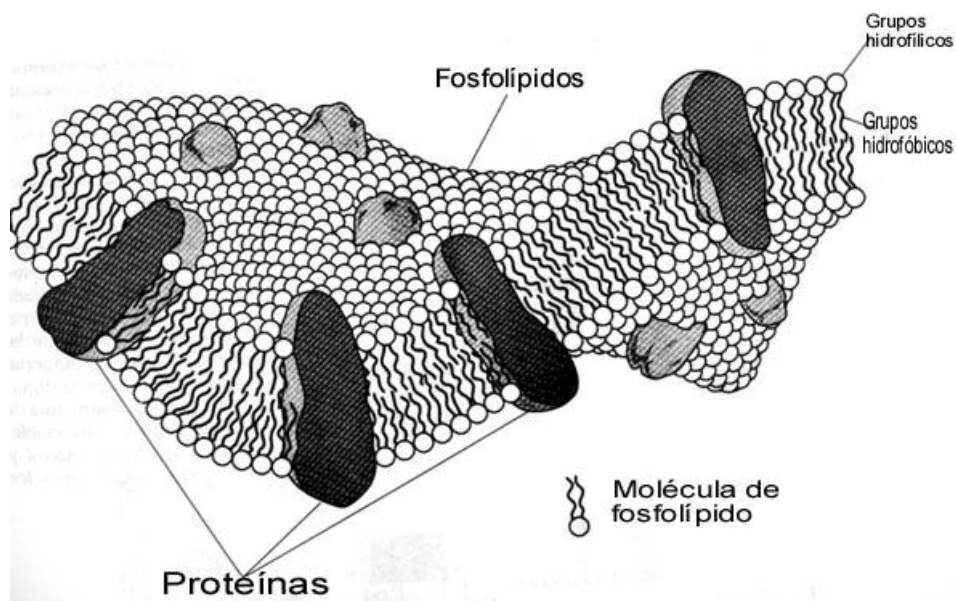
1-Estructuras invariables	a- Membrana plasmática
	b- Mesosoma o Sistema de membranas
	c- Citoplasma
	d- Región nuclear y genóforo
	e- Ribosomas y polirribosomas
2-Estructuras variables	a- Pared celular
	b- Flagelos
	c- Fimbrias o pili
	d- Glicocalix
	e- Endosporas
	f- Inclusiones o material de reserva
	g- Plásmidos
	h- Vesículas gasíferas

1- ESTRUCTURAS INVARIABLES

Siempre están presentes en las células procariotas y cumplen funciones imprescindibles para la vida celular.

1.a-MEMBRANA PLASMÁTICA

Se trata de una estructura delgada que rodea por completo a la célula. Sirve de barrera entre esta y su medio ambiente. Está compuesta por una doble capa de fosfolípidos y proteínas. Los fosfolípidos están formados por glicerol que tiene el C₃ esterificado con un PO₄³⁻ y los C₁ y C₂ con ácidos grasos. Los grupos hidrófobos se ubican hacia adentro, mientras que los grupos hidrofílicos hacia fuera. La estructura se estabiliza por uniones puente de hidrógeno, y también porque los cationes Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ se combinan con las cargas negativas de los fosfolípidos. Tiene la propiedad de permeabilidad selectiva ya que sólo algunas moléculas traspasan la membrana libremente (agua). Las otras lo hacen a través de sistemas de transporte específico, como los que se describen a continuación.



El transporte a través de las membranas puede ser:

↪ Transporte pasivo:

- ◆ Transporte pasivo inespecífico (difusión simple)
- ◆ Transporte pasivo específico (difusión facilitada)
- ↳ Transporte activo (con gasto de energía).

El **transporte pasivo** no tiene gasto energético, funcionando solamente a favor del gradiente de concentración. El **transporte pasivo comprende:**

a)- La difusión pasiva que se produce porque ciertos compuestos pasan libremente por los poros como es el caso del H₂O, O₂, CO₂.

b)- en la difusión facilitada, el transportador es una permeasa (una proteína integral de membrana). Como los solutos se unen a la proteína, ésta sufre un cambio en su conformación, lo que determina un canal interior: el sustrato puede pasar sin gasto de energía (ATP) al interior de la célula. Sin embargo este mecanismo no es común en procariontas.

El **transporte activo** se produce con gasto de energía (que se obtiene del ATP), es específico, rápido y permite acumular sustancias contra gradiente de concentración.

El **transporte activo** incluye dos mecanismos:

a)- el transporte activo propiamente dicho que hace uso de proteínas carrier, que liberan a la *sustancia químicamente inalterada* dentro de la célula, con consumo de ATP. Como ejemplo se pueden citar el caso del ingreso de lactosa en bacterias lácticas mediado por permeasas, el ingreso de otros azúcares y la mayoría de los aminoácidos, ácidos orgánicos, sulfato, fosfato y potasio.

b)- la traslocación de grupo, en este caso el compuesto al atravesar la membrana sufre un *cambio en su composición química*. Como ejemplo se puede citar a ciertas bacterias lácticas que para que la lactosa pueda atravesar la membrana se modifica en lactosa-P y en el interior vuelve a ser transformada a lactosa.

1.b- MESOSOMA O SISTEMAS DE MEMBRANAS.

En los procariontas se forman sistema de membranas internas que generalmente son invaginaciones de la membrana plasmática, o también sistemas de membranas que son asiento de numerosas enzimas y proteínas (mesosoma). Se trata de un plegamiento de la membrana citoplasmática que se forma cuando la célula se divide y se cree que influye en la formación del tabique. Es un probable lugar de actividad respiratoria. La célula procarionta, presenta todas las enzimas involucradas en la respiración (Krebs y Glicólisis, transporte de e⁻).

1.c- CITOPLASMA

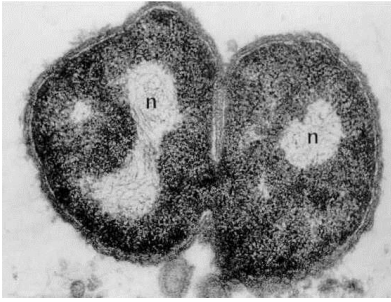
Es el lugar en el que se llevan a cabo la mayor parte de las actividades vitales celulares. En él se observa la región nuclear, los ribosomas y en algunos casos la presencia de material de reserva. En cambio, **NO** se observan mitocondrias, retículo endoplasmático, aparato de Golgi, cloroplastos, etc.

En la *zona nuclear* el ADN está en contacto con el citoplasma ya que no posee membrana nuclear.

1.d- REGIÓN NUCLEAR Y GENÓFORO

Es la zona del citoplasma donde se ubica la información genética del individuo. No está limitada por membrana nuclear. A la molécula de ADN la componen **dos cadenas complementarias**, siendo en realidad un pseudocromosoma que se denomina **genóforo**. Cada una de las cadenas está formada de la siguiente manera:

- ❖ Base nitrogenada
 - Púricas: Guanina (G) y Adenina (A)
 - Bases pirimídicas: Citosina (C) y Timina (T)
- ❖ Pentosa (desoxirribosa)
- ❖ Acido fosfórico.



Región nuclear o nucleoide (n) donde se localiza el ADN y las áreas oscuras corresponden al citoplasma de *Neisseria gonorrhoeae*

Las bases son complementarias de a pares adenina con timina (A-T) y guanina con citosina (G-C). Las uniones entre bases complementarias se establecen por puente hidrógeno. Entre A y T hay dos puentes y entre G y C hay tres puentes hidrógeno. (A = T; G = C). En el ADN está almacenada la información para la síntesis de proteínas estructurales y enzimas. En la mayoría de los procariotas esta **única molécula** de **ADN** es **circular**, sin extremos libres y plegada sobre sí misma. Cuando la estructura es circular corresponde a la estructura relajada, y si la estructura es como un ovillo, la misma es superenrollada. La longitud de la molécula de ADN es varias veces más larga que el tamaño de las bacterias. Por ejemplo, la bacteria *Escherichia coli* tiene una longitud de $2\mu\text{m}$ y su cromosoma extendido alcanza $1.200\mu\text{m}$.

1.e- RIBOSOMAS

En las bacterias se hallan en gran número y distribuidos uniformemente en el citoplasma. Son más pequeños y livianos que los de los eucariotas pero cumplen la misma función. Son el asiento para la síntesis de proteínas. Mientras ocurre la traducción del mensaje varios ribosomas se unen al ARN mensajero formando polirribosomas (muy frecuente en células en activa división celular).

2- ESTRUCTURAS VARIABLES

Pueden estar presentes o no, cumpliendo funciones más o menos específicas para la vida. Por ejemplo la pared celular que generalmente está presente, salvo en los mollicutes; los flagelos, el glicocalix, las endosporas, las inclusiones o material de reserva, los plasmidios o plásmidos y las vesículas gasíferas.

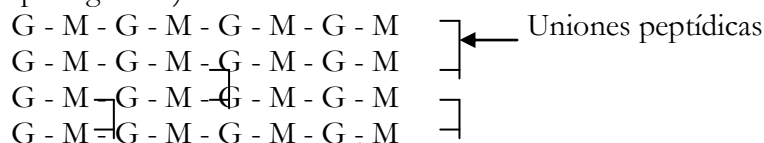
2.a- PARED CELULAR

Es una estructura variable de la célula procariota aunque la mayoría de las bacterias la poseen a excepción de los mollicutes que no la presentan.

Cumple la función de conferir rigidez, protección física al citoplasma y forma a la célula. Además le sirve de límite evitando que la célula estalle cuando se encuentra en un medio hipotónico (en el que el agua tiende a entrar a la célula).

La constitución de la pared de los procariotas es diferente a la de los vegetales y los hongos. Está constituida por mureína que es un peptidoglicano, formado por largas cadenas de polisacáridos unidas transversalmente por uniones peptídicas (es decir uniones entre aminoácidos). Las uniones peptídicas le dan resistencia total a la estructura de los peptidoglicanos.

Mureína: (Peptidoglicano)



G : N - acetil glucosamina (NAG)

M: N - acetil murámico (NAM)

G y M están unidos por enlaces β 1-4 glucosídicos

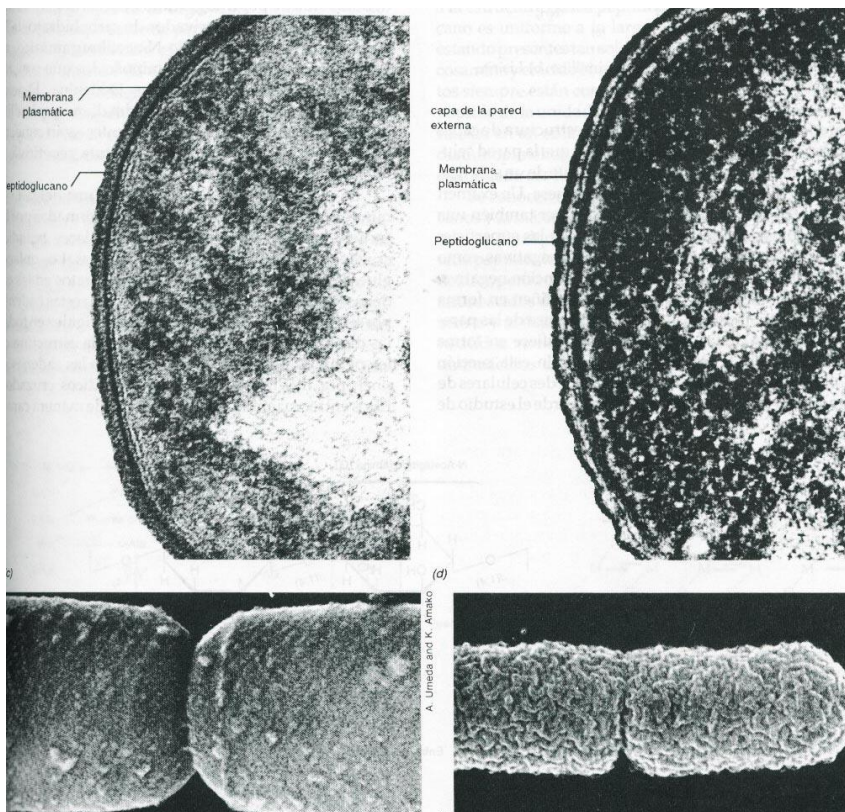
Las bacterias que poseen pared celular se clasifican en **Gram (+)** y **Gram (-)**.

Esta primera división de las bacterias está relacionada a la pared celular y tiene importancia taxonómica. Esta diferenciación se pone de manifiesto por la Tinción de Gram. Esta es una tinción diferencial que consiste en teñir primeramente a las bacterias con un colorante (Cristal violeta), agregar un mordiente (Iugol), luego decolorarla con alcohol y teñir nuevamente con un colorante más claro (Safranina). Existen diversas teorías que explican la diferenciación. Actualmente la más aceptada postula que *las paredes de las G(+) son más gruesas y con una única capa de mureína (90%, los restos son unos polímeros: los ácidos teicoicos) mientras que la G(-) presentan paredes que son más delgadas y con una capa estratificada constituida por una fina capa de mureína rodeada por fuera por un estrato de lipopolisacáridos y proteínas*. En el momento de la decoloración de la Tinción de Gram se establecen las diferenciaciones ya que en las **Gram (+)** se cierran los poros de la pared por efecto deshidratante del alcohol y no permite la salida del primer colorante (**coloración violeta**). En las **Gram (-)**, el alcohol arrastra el Cristal Violeta y las células quedan desteñidas, entonces se colorean con la Safranina (**coloración rosada**).

Izq. Bacteria Gram (+). Der. Bacteria Gram (-).

Obsérvese en la microfotografía con microscopio electrónico de transmisión la capa no estratificada de

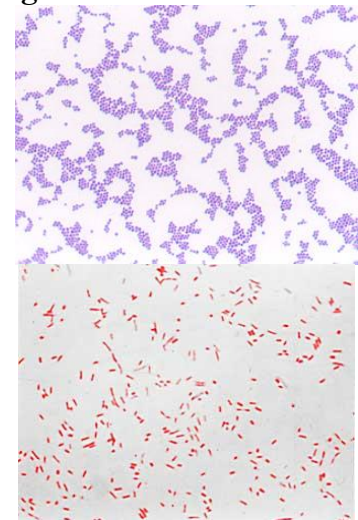
las Gram (+) y la estratificación en las Gram (-). Además en la microfotografía de barrido se puede ver la superficie más lisa de las Gram (+) y rugosas de las Gram (-).



Color violeta


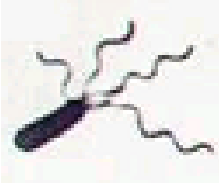


Color rosado

Gram
Gram
Positivas
negativas



2.b- FLAGELOS

Muchas bacterias son móviles debido a la presencia de estos órganos de movilidad denominados flagelos. Son apéndices largos unidos por un extremo a la bacteria y libres en el otro. La motilidad ocasiona que la célula sea capaz de alcanzar diferentes regiones de su microambiente. Están constituidos por subunidades de una proteína denominada flagelina. Generalmente los flagelos se observan en células alargadas y casi nunca en redondeadas. Los flagelos pueden disponerse en diversas formas y tienen carácter taxonómico. La flagelación puede ser: polar o monótrica, lofótrica, anfítrica, perítrica y átrica (sin flagelos).

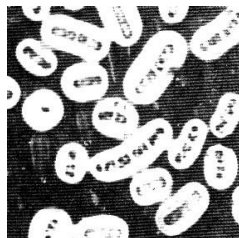
Polar o monótrica	Lofótrica	Anfítrica	Perítrica
			

2.c-FIMBRIAS O PILI (*PILUS* en singular)

Muchas bacterias tienen apéndices filamentosos diferentes de los flagelos. Estos apéndices, denominados fimbrias (pelos), son más pequeños, más cortos y más numerosos que los flagelos, y no forman ondulaciones regulares como hacen éstos. Las fimbrias sólo pueden verse por microscopía electrónica. Se encuentran tanto en las bacterias que no se mueven como en las móviles, y por consiguiente, no tienen función motora. Se supone que estos pelos sirven como órganos de adherencia.

2.d- GLiCOCALIX

Algunas bacterias segregan, sobre sus superficies externas, sustancias gomosas, densas o pegajosas. Si el material se dispone en forma compacta alrededor de la célula, se dice que forma una **cápsula** y si es laxo, una **capa mucilaginosa o mucosa**. Está constituido por polisacáridos y glucoproteínas y su función es impedir el ingreso de sustancias tóxicas a la célula y además les permite aglomerarse. También se cree que podría actuar en la resistencia a la desecación. Su presencia se pone de manifiesto a través de una tinción negativa.

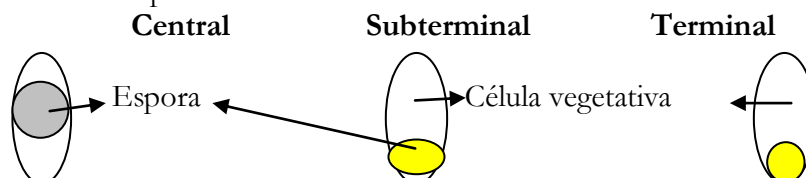


Observación de cápsulas por tinción negativa

2.e- ENDOSPORAS

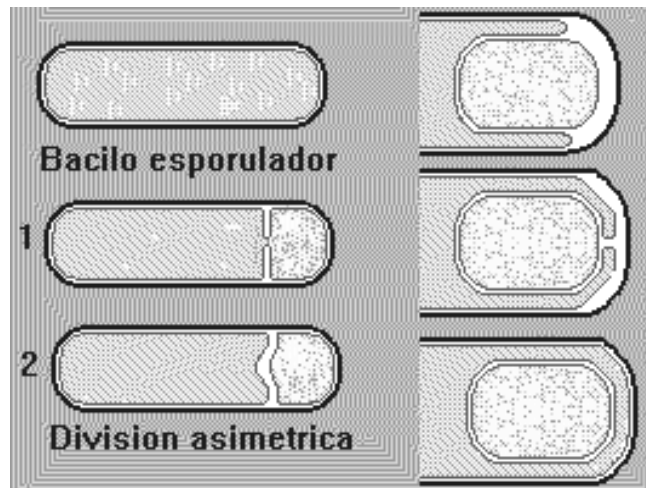
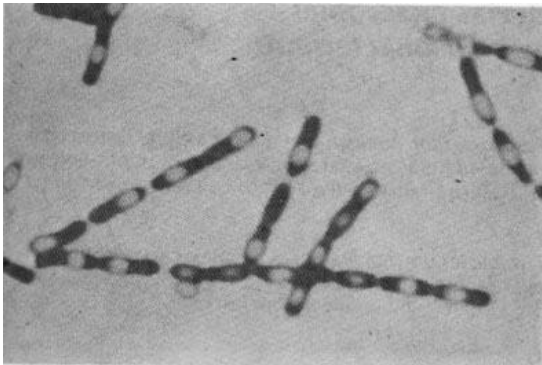
Es una formación de resistencia característica de algunos géneros de bacterias (*Bacillus* y *Clostridium* entre otros). Se llaman endosporas debido a que la espora se forma dentro de la célula. Su principal función es permitir a la célula resistir condiciones ambientales extremas, especialmente altas temperaturas. En algunas bacterias permiten resistir más de 100°C por varias horas. También les permite resistir estados de desecación, radiación, ácidos y agentes desinfectantes. Las esporas poseen menor contenido de agua que las células vegetativas y esto se supone que ayuda a la resistencia a altas temperaturas. Las endosporas se caracterizan por tener una constitución diferente a la célula vegetativa (hay presencia de ácido dipicolínico).

La posición y forma de las esporas es una característica taxonómica.



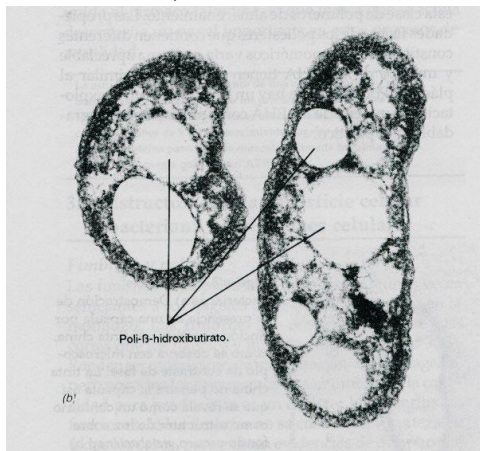
Una spora es capaz de permanecer en dormancia por muchos años, pero puede convertirse de nuevo en una célula vegetativa (germinación de la spora) en minutos.

Fig.: Esporas. Derecha: Esporulación. En este esquema se observa la formación de una spora. El bacilo esporulador sufre una división asimétrica en la que la célula resultante, de menor tamaño, quedará rodeada por la célula de mayor tamaño, conformando de esta manera la endospora.



2.f- MATERIALES DE RESERVA

Uno de los materiales más comunes en procariontas es el ácido **poliβhidroxibutírico**. (Denominado el plástico natural).

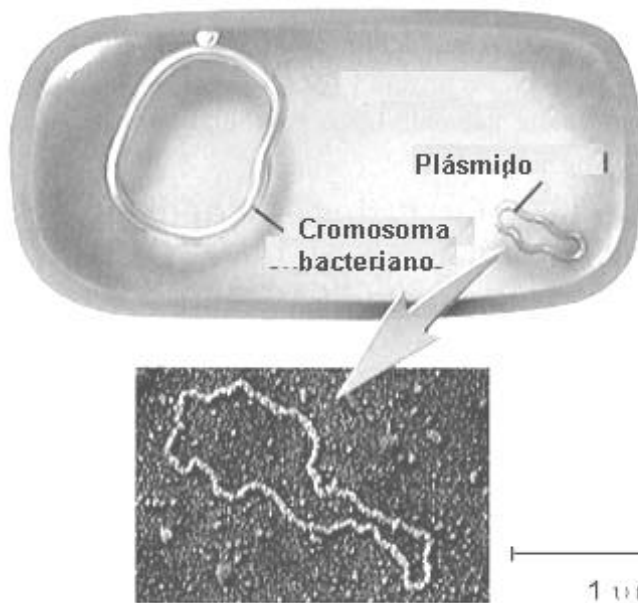


Materiales de reserva bacterianos (glóbulos blancos: ácido polibeta hidroxibutírico)

2.g- PLÁSMIDOS

Son moléculas de ADN bicatenario, circular y relajado que se encuentran en el interior de la célula procarionta pero no forman parte de su genóforo (cromosoma bacteriano). Se replican en forma independiente en el citoplasma. Algunos plásmidos conjugativos pueden transmitirse de una célula a otra por el mecanismo de *conjugación*, y otros son no conjugativos. Otros pueden intercalarse al cromosoma y formar una estructura continua llamada *episoma*.

Codifican propiedades no esenciales para la vida celular. Una célula puede perder sus plásmidos y continuar viviendo aunque pierde algunas propiedades particulares. Por ejemplo, en *Pseudomonas* hay plásmidos que codifican la capacidad celular de degradar gran cantidad de sustancia orgánicas. También existen plásmidos que le confieren a algunas bacterias la resistencia a antibióticos.



Plásmido

2.h- VESÍCULAS GASÍFERAS

Son estructuras de paredes rígidas (de constitución proteica) que le permite a la bacteria flotar cuando están llenas de aire. Es una estructura que es propia de bacterias acuáticas, se encuentran en el citoplasma y puede haber cientos por célula. La membrana de la vesícula gasífera es impermeable al agua y a los solutos, pero permeable a los gases, por lo que está presente como una estructura llena de gas rodeada por los constituyentes del citoplasma.

BIBLIOGRAFÍA

Brock, T. y Madigan, M (1991) "Microbiología" Sexta Edición Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

Dawes, I. y Sutherland, I (1978) "Fisiología de los microorganismos". Microbiología Básica Vol. 4. H. Blume Ediciones.

Palleroni, N (1980) "Principios Generales de Microbiología". Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico Washington, D.C.

Páginas en Internet:

Dr. J. S. Raisman y Dra. Ana María González: <http://fai.unne.edu.ar/biología/>

Iañez, E: Curso de Microbiología general: http://fai.unne.edu.ar/microgeneral/03_micro.htm

Dr. Pedro Mateos: Tema 3: La célula Procariota: Estructura y Función. <http://edicion-micro.usal.es/web/educativo/micro2/trema03.html>