

## SESIÓN 14 Dominio bacteria (eubacteria)

### Importancia de las bacterias

### OBJETIVO DE LA SESIÓN

Describir las principales características de bacterias, del dominio archaea y de organismos pluricelulares a través del análisis de su taxonomía importancia social, económica y biológica, haciendo inferencia en México como un país diverso.

### INTRODUCCIÓN

Las bacterias tienen una estructura menos compleja que la de las células de los organismos superiores: son células procariotas (su núcleo está formado por un único cromosoma y carecen de membrana nuclear). Igualmente son muy diferentes a los virus, que no pueden desarrollarse más dentro de las células y que sólo contienen un ácido nucléico.

Las bacterias juegan un papel fundamental en la naturaleza y en el hombre: la presencia de una flora bacteriana normal es indispensable, aunque gérmenes son patógenos. Análogamente tienen un papel importante en la industria y permiten desarrollar importantes progresos en la investigación, concretamente en fisiología celular y en genética.

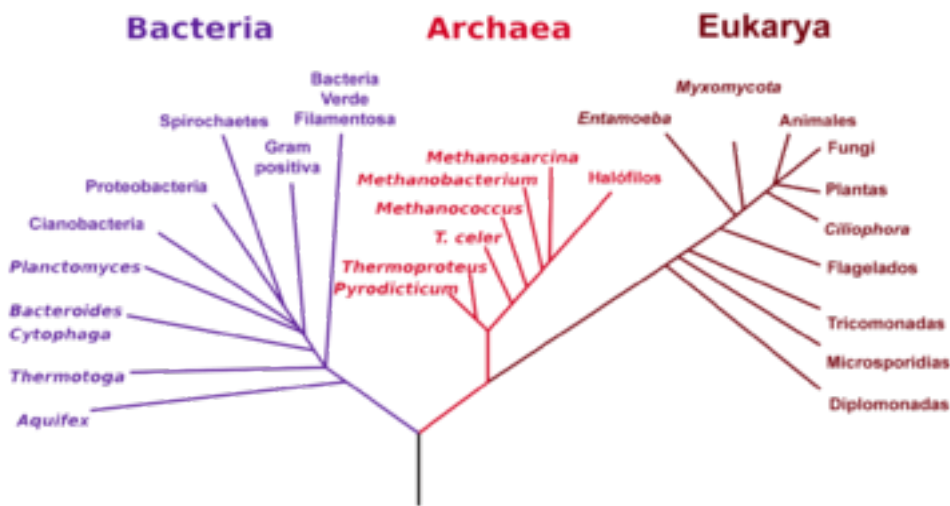
La clasificación de las arqueas en especies también es controvertida. En biología, una especie es un grupo de organismos relacionados. Una definición de especie muy extendida entre los animales es un conjunto de organismos que pueden reproducirse entre ellos y que están reproductivamente aislados de otro grupos de organismos (es decir, no pueden reproducirse con otras especies). Sin embargo, los esfuerzos por clasificar los procariotas, como las arqueas, en especies se

complican debido a que son asexuales y que presentan un alto nivel de transferencia horizontal de genes entre linajes.

## MAPA CONCEPTUAL

Situación de las bacterias, arqueas y eucaryas en el árbol filogenético de [Carl Woese](#) et al. basado en datos de secuencias genéticas de [ARNr](#) 16S.

# Árbol Filogenético de la Vida



## DESARROLLO

### Dominio bacteria (eubacteria)

Las bacterias son seres generalmente unicelulares que pertenecen al grupo de los protistas inferiores. Son células de tamaño variable cuyo límite inferior está en las 0,2  $\mu$ m y el superior en las 50  $\mu$ m; sus dimensiones medias oscilan entre 0,5 y 1  $\mu$ m. Las bacterias tienen una estructura menos compleja que la de las células de los organismos superiores: son células procariotas (su núcleo está formado por un único cromosoma y carecen de membrana nuclear). Igualmente son muy diferentes a los virus, que no pueden desarrollarse más dentro de las células y que sólo contienen un ácido nucléico. Las bacterias juegan un papel fundamental en la naturaleza y en el hombre: la presencia de una flora bacteriana normal es

indispensable, aunque gérmenes son patógenos. Análogamente tienen un papel importante en la industria y permiten desarrollar importantes progresos en la investigación, concretamente en fisiología celular y en genética.

Las bacterias forman uno de los tres dominios en los que se dividen los seres vivos. En los antiguos sistemas taxonómicos, las bacterias formaban un subreino del reino Monera. El término bacteria también se emplea para denominar a todos los organismos unicelulares sin núcleo diferenciado que constituyen el nivel de organización procarionte. Los organismos procariontes se subdividen en Eubacterias (dominio Bacteria) y Arqueó bacterias (dominio Archaea). Son los organismos más abundantes del planeta y su tamaño ronda entre las 0.5 y 5  $\mu\text{m}$  (micrones). Pueden ser de carácter patógeno o no. Generalmente poseen una pared celular, similar a la de plantas u hongos, pero compuesta por peptidoglicanos; muchos antibióticos son efectivos sólo contra las bacterias ya que inhiben la formación de esta pared celular. Muchas de ellas también poseen cilios o flagelos.

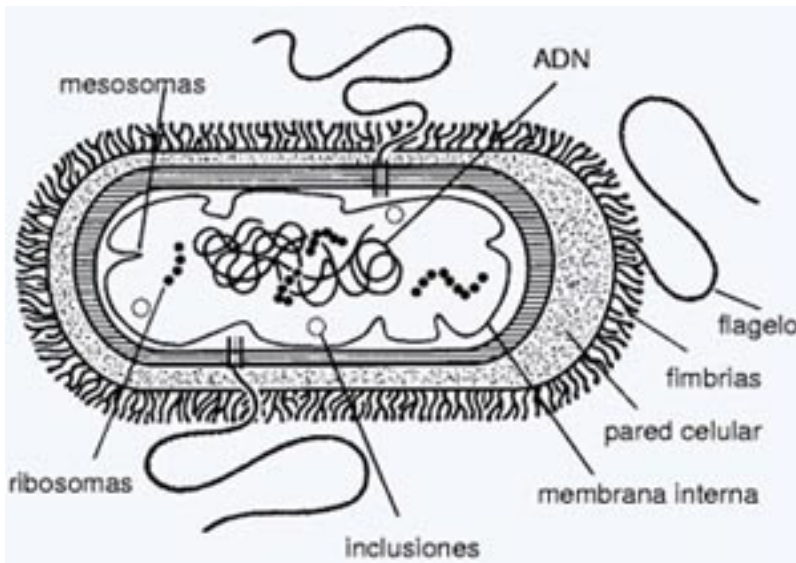
Estructura.

La cápsula no es constante. Es una capa gelatinomucosa de tamaño y composición variables que juega un papel importante en las bacterias patógenas. Los cilios, o flagelos, no existen más que en ciertas especies. Filamentosos de longitud variable, constituyen los órganos de locomoción. Según las especies, pueden estar implantados en uno o en los dos polos de la bacteria o en todo su entorno. Constituyen el soporte de los antígenos "H". En algunos bacilos gramnegativos se encuentran pili, que son apéndices más pequeños que los cilios y que tienen un papel fundamental en genética bacteriana.

La pared que poseen la mayoría de las bacterias explica la constancia de su forma. En efecto, es rígida, dúctil y elástica. Su originalidad reside en la naturaleza química del compuesto macromolecular que le confiere su rigidez. Este compuesto, un mucopéptido, está formado por cadenas de acetilglucosamina y de ácido murámico sobre las que se fijan tetrapéptidos de composición variable. Las

cadena están unidas por puentes peptídicos. Además, existen constituyentes propios de las diferentes especies de la superficie.

La diferencia de composición bioquímica de las paredes de dos grupos de bacterias es responsable de su diferente comportamiento frente a un colorante formado por violeta de genciana y una solución yodurada (coloración Gram). Se distinguen las bacterias grampositivas (que tienen el Gram después de lavarlas con alcohol) y las gramnegativas (que pierden su coloración).



Se conocen actualmente los mecanismos de la síntesis de la pared. Ciertos antibióticos pueden bloquearla. La destrucción de la pared provoca una fragilidad en la bacteria que toma una forma esférica (protoplasto) y estalla en medio hipertónico (solución salina con una concentración de 7 g. de NaCl por litro).

La membrana citoplasmática, situada debajo de la pared, tiene permeabilidad selectiva frente a las sustancias que entran y salen de la bacteria. Es soporte de numerosas enzimas, en particular las respiratorias. Por último, tiene un papel fundamental en la división del núcleo bacteriano. Los mesosomas, repliegues de la membrana, tienen una gran importancia en esta etapa de la vida bacteriana.

## Importancia de las bacterias

Existen bacterias en todos los sitios. Hemos visto el interés de su estudio para la comprensión de la fisiología celular, de la síntesis de proteínas y de la genética. Aunque las bacterias patógenas parecen ser las más preocupantes, su importancia en la naturaleza es ciertamente menor. El papel de las bacterias no patógenas es fundamental. Intervienen en el ciclo del nitrógeno y del carbono, así como en los metabolismos del azufre, del fósforo y del hierro. Las bacterias de los suelos y de las aguas son indispensables para el equilibrio biológico.

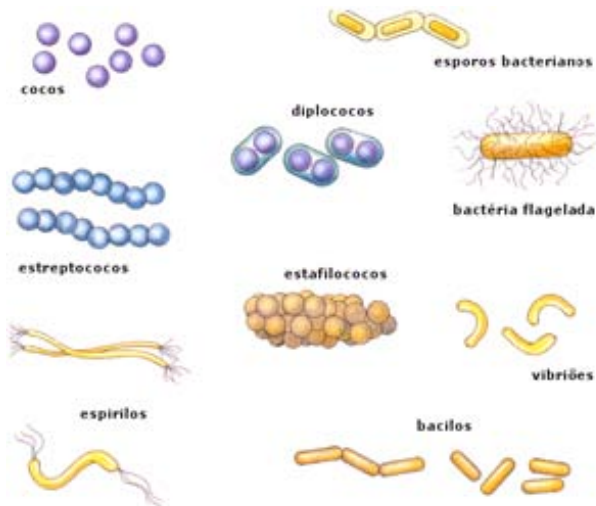
Por último, las bacterias pueden ser utilizadas en las industrias alimenticias y químicas: intervienen en la síntesis de vitaminas y de antibióticos.

Las bacterias tienen, por lo tanto, un papel fundamental en los fenómenos de la vida, y todas las áreas de la biología han podido ser mejor comprendidas gracias a su estudio.

## Bacterias perjudiciales.

Las enfermedades causadas por bacterias presentan una patogenicidad que comienza por la multiplicación bacteriana luego ocurre una reacción orgánica y casi simultáneamente se desarrolla una virulencia caracterizada por la presencia de toxinas bacterianas. Luego puede presentarse una bacteriemia o el pasaje de los gérmenes infecciosos a la sangre donde pueden presentarse metástasis e incluso, una septicemia. *Bacillus anthracis*. Carbunco bacteridial no. Vulgarmente "picada" Afecta a herbívoros y a todos los animales de sangre caliente. Curso: 12 a 24 horas. Muerte: esplenomegalia, (bacteria) hiperemia y distrofia hepática, túbulo-nefritis, enteritis hemorrágica ulcerativa. Septicemia. Las bacterias pueden afectar los canales que conducen el agua en las plantas y los matan por medio de toxinas, a consecuencia de esto la planta se enferma y demuestra síntomas de marchitez "wilt" o tizón "blight". Si la bacteria mata las células foliares causa una mancha foliar. Cuando las bacterias infectan los rizomas o raíces causan pudriciones blandas de mal olor. Otros síntomas que se pueden observar son:

reducción en el crecimiento o enanismo de la planta, cambios en color de verde a marrón o negro y distorsión de las hojas, tallos y flores.



#### Dominio archaea (arqueobacterias)

Poseen caracteres pertenecientes a los dominios Bacteria y Eukarya debido a que filogenéticamente ocupan una posición intermedia. Pueden ser Gram positivas o Gram negativas, tienen formas muy diversas: Esférica, bacilar, espiral, lobulada, laminada o pleomórficas; a veces forman filamentos o agregados.



La clasificación de las arqueas, y los procariontes en general, es un tema controvertido y en constante fluctuación. Los sistemas actuales de clasificación

intentan organizar las arqueas en grupos que comparten rasgos estructurales y antepasados comunes. Estas clasificaciones se basan especialmente en el uso de secuencias de genes de ARN ribosómico para revelar las relaciones entre los organismos (análisis moleculares de ADN). La mayoría de especies de arqueas cultivables y bien investigadas son miembros de dos filos principales, los Euryarchaeota y Crenarchaeota. Se han propuesto tentativamente otros grupos. Por ejemplo, la peculiar especie *Nanoarchaeum equitans*, que fue descubierta en 2003, se le ha atribuido su propio filo, el de las Nanoarchaeota. También se ha propuesto el nuevo filo Korarchaeota, que contiene un número reducido de inusuales especies termófilas que comparten rasgos de los dos filos principales, pero que son más cercanas a los Crenarchaeota. Otras especies de arqueas recientemente descubiertas sólo tienen una relación distante con cualquiera de estos grupos, como los Nanoorganismos arqueobacterianos acidófilos de Richmond Mine (ARMAN), que fueron descubiertos en 2006.

Este tema es controvertido; por ejemplo, algunos datos sugieren que en arqueas como *Ferroplasma*, se pueden agrupar células individuales en poblaciones de genoma muy similar y que raramente transfieren genes a grupos más divergentes de células. Algunos argumentan que estos grupos de células son análogos a especies. Por otra parte, estudios de *Halorubrum* descubrieron un intercambio genético significativo entre estas poblaciones. Estos resultados han llevado a pensar que clasificar estos grupos de organismos como especies tendría poco sentido práctico.

Definidas (Woese y Fox en 1977) como un grupo de procariotas (metanobacterias) que "parecen no estar más relacionadas con las bacterias típicas de lo que lo están con el citoplasma eucariótico". En base al 16S rRNA los autores establecieron la existencia de Tres reinos primarios: eubacterias arqueobacterias y eucariotas. Actualmente se consideran tres dominios: Bacteria, Archaea y Eucarya.

En base a sus características fisiológicas y ecológicas se subdividen en tres grupos:- metanógenas: ocupan ambientes anaerobios y su único modo de obtener E es mediante la formación de CH<sub>4</sub>

- halófilas extremas: viven en ambientes hipersalinos

- termófilas S-dependientes: ocupan Hábitat extremadamente calientes y, en ciertos casos, también muy ácidos.

Pueden ser aerobias, anaerobias facultativas o anaerobias estrictas. Presentan una gran diversidad nutricional, hay especies autótrofas quimiorganotrofas y quimiolitotrofas, ninguna especie realiza fotosíntesis, Algunas producen Metano

Contiene especies termófilas , hipertermófilas y psicrófilas, se encuentran en hábitat marinos y terrestres, también en simbiosis con animales. Muchos de sus componentes viven en ambientes extremos en cuanto a temperatura, salinidad o pH se refiere, debido a adaptaciones estructurales, químicas y metabólicas.

## TAXONOMÍA

:

· **Euryarchaeota** , incluye:

metanobacterias o arqueas metanogénicas

halobacterias o arqueas halófilas extremas

una parte de las termófilas sulfodependientes (Thermococcales)

Thermoplasma y Archaeoglobus

· Crenarchaeota



resto de las termófilas sulfodependientes (Thermoproteales, Desulfurococcales, Sulfolobales).

· ***Korarchaeota*** (no aceptado aún oficialmente)

## Reproducción

Las arqueas se reproducen asexualmente por fisión binaria o múltiple, fragmentación o gemación. No se produce meiosis, de manera que si una especie de arquea existe en más de una forma, todas tienen el mismo número de cromosomas (tienen el mismo cariotipo). La división celular está controlada como parte de un complejo ciclo celular, donde el cromosoma se replica, las copias se separan y luego la célula se divide. Los detalles del ciclo celular sólo han sido investigados en el género *Sulfolobus*, siendo similares a los de bacterias y eucariontes: los cromosomas se replican desde múltiples puntos de partida (origen de replicación) usando ADN polimerasas que son similares a las enzimas equivalentes eucarióticas. Sin embargo, las proteínas que dirigen la división celular, como la proteína FtsZ que forma un anillo contráctil alrededor de la célula, parecen estar más relacionadas con sus equivalentes bacterianos.

No se forman endosporas en ninguna especie de arquea, aunque algunas especies de Halobacteria pueden alternar entre fenotipos y crecer como diferentes tipos de células, incluidas estructuras de paredes gruesas que son resistentes al choque osmótico y que les permiten sobrevivir a bajas concentraciones de sal. No se trata de estructuras reproductivas, pero es posible que ayuden a estas especies a dispersarse en nuevos hábitats

## Importancia de las arqueobacterias

Desde el punto de vista de la biotecnología ambiental su interés es muy notable al tratarse de los organismos clave implicados en los procesos de depuración anaerobia de aguas residuales y de biometanización.

Metanobacterias. Son las únicas de interés medioambiental. Hábitat: todos los ambientes anaerobios donde la materia orgánica está sufriendo descomposición sedimentos acuáticos tracto intestinal de insectos y mamíferos digestores/reactores de biomasa y aguas residuales.

La degradación de la materia orgánica es iniciada por bacterias heterotróficas que producen al final  $H_2$ ,  $CO_2$  y ácidos grasos volátiles, substratos directos para la formación de  $CH_4$ . Sólo pueden generar ATP mediante la formación de metano (proceso poco eficiente):

- $H_2+CO_2 \rightarrow CH_4$  metanogénesis hidrogenotrófica
- Acetato  $\rightarrow CH_4$  metanogénesis acetoclástica

Las arqueas extremófilas, en particular las resistentes a las altas temperaturas o a los extremos de acidez y alcalinidad, son una importante fuente de enzimas que puede funcionar bajo estas duras condiciones. Estas enzimas tienen una amplia gama de usos. Por ejemplo, las ADN polimerasas termoestables, como la ADN polimerasa Pfu de *Pyrococcus furiosus*, han revolucionado la biología molecular, al permitir el uso de la reacción en cadena de la polimerasa como método simple y rápido para la clonación del ADN. En la industria, las amilasas, galactosidasas y pululaninas de otras especies de *Pyrococcus* realizan su función a más de

100 °C, lo que permite la elaboración de alimentos a altas temperaturas, tales como leche baja en lactosa y suero de leche. Las enzimas de estas arqueas termófilas también tienden a ser muy estables en solventes orgánicos, por lo que pueden utilizarse en una amplia gama de procesos respetuosos con el medio ambiente para la síntesis de compuestos orgánicos.

En contraste con la amplia gama de aplicaciones de las enzimas, la utilización en biotecnología de los organismos en sí mismos es más reducida. Sin embargo, las arqueas metanógenas son una parte vital del tratamiento de aguas residuales, realizando la digestión anaeróbica de los residuos y produciendo biogás. Las arqueas acidófilas son también prometedoras en minería para la extracción de metales como oro, cobalto y cobre.

Una nueva clase de antibióticos potencialmente útiles se derivan de este grupo de organismos. Ocho de esas sustancias ya han sido caracterizadas, pero podría haber muchas más, especialmente en Halobacteria. Estos compuestos son importantes porque tienen una estructura diferente a la de los antibióticos bacterianos, de manera que pueden tener un modo de acción diferente. Además, podrían permitir la creación de nuevos marcadores seleccionables para utilizarlos en la biología molecular arqueobacteriana. El descubrimiento de nuevas sustancias depende de la recuperación de estos organismos del medio ambiente y de su cultivo.

## RESUMEN

Las bacterias son seres generalmente unicelulares que pertenecen al grupo de los protistas inferiores. Son células de tamaño variable cuyo límite inferior está en las 0,2  $\mu$ m y el superior en las 50  $\mu$ m; sus dimensiones medias oscilan entre 0,5  $\mu$ m. Tienen una estructura menos compleja que la de las células de los organismos superiores: son células procariotas, son muy diferentes a los virus, que no pueden desarrollarse más dentro de las células y que sólo contienen un ácido nucléico.

Las bacterias forman uno de los tres dominios en los que se dividen los seres vivos. Los organismos procariontes se subdividen en Eubacterias (dominio Bacteria) y Arqueó bacterias (dominio Archaea).

En su estructura: La cápsula no es constante. Es una capa gelatinomucosa de tamaño y composición variables que juega un papel importante en las bacterias patógenas. Los cilios, o flagelos, no existen más que en ciertas especies. Filamentosos de longitud variable, constituyen los órganos de locomoción.

La pared que poseen la mayoría de las bacterias explica la constancia de su forma. En efecto, es rígida, dúctil y elástica. La membrana citoplasmática, situada debajo de la pared, tiene permeabilidad selectiva frente a las sustancias que entran y salen de la bacteria. Es soporte de numerosas enzimas, en particular las respiratorias. Por último, tiene un papel fundamental en la división del núcleo bacteriano, los mesosomas, repliegues de la membrana, tienen una gran importancia en esta etapa de la vida bacteriana.

Importancia de las bacterias. El papel de las bacterias no patógenas es fundamental. Intervienen en el ciclo del nitrógeno y del carbono, así como en los metabolismos del azufre, del fósforo y del hierro. Las bacterias de los suelos y de las aguas son indispensables para el equilibrio biológico. Por último, las bacterias pueden ser utilizadas en las industrias alimenticias y químicas: intervienen en la síntesis de vitaminas y de antibióticos. Las bacterias tienen, por lo tanto, un papel fundamental en los fenómenos de la vida, y todas las áreas de la biología han podido ser mejor comprendidas gracias a su estudio.

Dominio archaea (arqueobacterias)

Poseen caracteres pertenecientes a los dominios Bacteria y Eukarya debido a que filogenéticamente ocupan una posición intermedia. Pueden ser Gram positivas o

Gram negativas, tienen formas muy diversas: Esférica, bacilar, espiral, lobulada, laminada o pleomórficas; a veces forman filamentos o agregados.

La clasificación de las arqueas, y los procariotas en general, es un tema controvertido y en constante fluctuación. La clasificación de las arqueas en especies también es controvertida. En biología, una especie es un grupo de organismos relacionados. Una definición de especie muy extendida entre los animales es un conjunto de organismos que pueden reproducirse entre ellos y que están reproductivamente aislados de otro grupos de organismos (es decir, no pueden reproducirse con otras especies).

En base a sus características fisiológicas y ecológicas se subdividen en tres grupos:- **metanógenas**: ocupan ambientes anaerobios y su único modo de obtener energía es mediante la formación de CH<sub>4</sub>

- **halófilas extremas**: viven en ambientes hipersalinos

- **termófilas S-dependientes**: ocupan Hábitat extremadamente calientes y, en ciertos casos, también muy ácidos.

Pueden ser aerobias, anaerobias facultativas o anaerobias estrictas. Presentan una gran diversidad nutricional, hay especies autótrofas quimiorganotrofas y quimiolitotrofas, ninguna especie realiza fotosíntesis, Algunas producen Metano contiene especies termófilas, hipertermófilas y psicrófilas, se encuentran en hábitat marinos y terrestres, también en simbiosis con animales.

**Reproducción. Las arqueas se reproducen asexualmente por fisión binaria o múltiple, fragmentación o gemación. No se produce meiosis, de manera que si una especie de arquea existe en más de una forma, todas tienen el mismo número de cromosomas (tienen el mismo cariotipo). La división celular está controlada como parte de un complejo ciclo celular, donde el cromosoma se replica, las copias se separan y luego la célula se divide.**

Importancia de las arqueobacterias. Tienen un papel fundamental en la naturaleza y en el hombre: la presencia de una flora bacteriana normal es indispensable, aunque gérmenes son patógenos. Análogamente tienen un papel importante en la industria y permiten desarrollar importantes progresos en la investigación, concretamente en fisiología celular y en genética. Desde el punto de vista de la biotecnología ambiental su interés es muy notable al tratarse de los organismos clave implicados en los procesos de depuración anaerobia de aguas residuales y de biometanización.

Las arqueas extremófilas, en particular las resistentes a las altas temperaturas o a los extremos de acidez y alcalinidad, son una importante fuente de enzimas que puede funcionar bajo estas duras condiciones. En la industria, las amilasas, galactosidasas y pululanastas de otras especies de *Pyrococcus* realizan su función a más de 100 °C, lo que permite la elaboración de alimentos a altas temperaturas, tales como leche baja en lactosa y suero de leche. Las enzimas de estas arqueas termófilas también tienden a ser muy estables en solventes orgánicos, por lo que pueden utilizarse en una amplia gama de procesos respetuosos con el medio ambiente para la síntesis de compuestos orgánicos. Las arqueas acidófilas son también prometedores en minería para la extracción de metales como oro, cobalto y cobre.

Una nueva clase de antibióticos potencialmente útiles se derivan de este grupo de organismos. Ocho de esas sustancias ya han sido caracterizadas, pero podría haber muchas más, especialmente en *Halobacteria*. Estos compuestos son

importantes porque tienen una estructura diferente a la de los antibióticos bacterianos, de manera que pueden tener un modo de acción diferente. Además, podrían permitir la creación de nuevos marcadores seleccionables para utilizarlos en la biología molecular arqueobacteriana. El descubrimiento de nuevas sustancias depende de la recuperación de estos organismos del medio ambiente y de su cultivo.

## ACTIVIDADES

Elaborar un cuadro sinóptico con las características del dominio arqueobacteria.

## BIBLIOGRAFIA

Gama, F. Ma de A. (2004). Biología , Biogénesis y microorganismos. Edit. Pearson, Prentice Hall. 2da Reimpresión. México.

Curtis, H., Barnes, N. S. (2001) Invitación a la Biología. 5ª Reimpresión. Edit. Médica Panamericana. España.

<http://www.cbm.uam.es/jlsanz/docencia/teoria.html>

[http://www.unad.edu.co/fac\\_ingenieria/pages/Microbiologia\\_mutimedia/2\\_2\\_2eubacterias.htm#caracteubact](http://www.unad.edu.co/fac_ingenieria/pages/Microbiologia_mutimedia/2_2_2eubacterias.htm#caracteubact)

<http://www.bio-nica.info/biblioteca/Bacterias.pdf>

[http://www.filogeniabacteriana.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=255&Itemid=269](http://www.filogeniabacteriana.com/index.php?option=com_content&view=article&id=255&Itemid=269)