

SECCION 1. Espiroquetas.

Gram –.

Quimioheterotrofas.

Aerobias, anaerobias facultativas y anaerobias estrictas.

Se dividen por fisión binaria.

Se encuentran en diferentes hábitats: medios acuáticos, suelos, fangos, MB mucosas, mucosas de animales y el hombre....

Se caracterizan por tener una morfología y movilidad poco usuales:

Morfología: alargadas y helicoidales (sacacorchos).

Movilidad: flagelos denominados eudoflagelos, ya que se encuentran dentro del periplasma bacteriano; se insertan en unas estructuras llamadas filamentos axiales, los cuáles pueden englobar de 2 a 200 flagelos. Poseen dos filamentos axiales con sus correspondientes flagelos en el interior. Cada filamento axial se va a originar en un polo de la célula. Este recorre a la bacteria:

Debido a los flagelos poseen movimiento por reptación.

Se pueden mover en ambientes viscosos, sólidos....incluso ambientes donde otros flagelados no pueden.

División: fisión binaria. Cuando se va a iniciar, aparecen dos filamentos axiales nuevos en el centro de la célula; a continuación aparece el tabique de división que divide a la célula en dos; cada célula hija posee un filamento axial nuevo y otro viejo.

Género *Spirochaeta*: sarro dental. Ambientes acuáticos.

Género *Cristispira*: común de ambientes acuáticos.

Patógenos de hombres y animales: *Treponema pallidum* (sífilis), *Borrelia*, *Leptospira*.

SECCION 2: G–, aeróbicas/microaerófilas, móviles, helicoidales/vibroides.

Gram –.

Aerobias o microaerofilas.

Aparece en ambientes acuáticos, suelos y las hay patógenas (hombre y animal).

Helicoidales y vibroides.

Móviles.

Géneros representativos:

–*Spirillum*: ambientes acuáticos y microaerofila.

S. Volutans: relativamente grande.

–*Aquaspirillum*: ambientes acuáticos.

A. Magnetotactium: posee magnetosomas que son como imanes que le permiten orientarse en un campo magnético. Aerobia.

–*Oceanospirillum*: ambientes marinos con elevadas concentraciones de NaCl.

–*Azospirillum*: típica de suelos, y sobre todo tropicales. Se asocia para fijar N₂.

–*Campylobacter*: patógenas de animales y hombres.

C. Fetus: provoca abortos en el ganado.

C. Fefuni: provoca diarrea en el hombre.

–*Helicobacter pylori*: patógena. Provoca úlceras gástricas en humanos.

–*Bdellovibrio*: morfología de vibrio (de coma).

B. Bacteriovorus: se come a sus congéneres; es una de las bacterias más pequeñas conocidas. Puede desplazarse un gran nº de veces por minuto que ninguna otra bacteria.

SECCION 4. Bacilos y cocos, gram(–), aerobios.

Gram –.

La mayoría son quimioheterotrofos, aunque hay algunos fotoheterotrofos.

La mayoría son aerobios estrictos, con excepciones.

Hábitats: en diferentes, pero las encontraremos sobre todo en el suelo.

Usan normalmente la vía de Effner–Duroyov para pasar de glucosas a pirúvico.

Géneros representativos:

–*Pseudomona*: bacilo típico con flagelación polar. Sus sp suelen ser bastantes resistentes a la mayoría de antibióticos, por ello encontraremos bastantes sp patógenas para el hombre (impiden que una herida cicatrice; mucosas de los ojos). Es muy temida en los hospitales, ya que aguanta las sales biliares (y por lo tanto el agar MacConkey).

Ps. Aeruginosa: produce un pigmento llamado piocianina, que es fluorescente a la luz UV y es liberado al medio externo.

Ps. Denitrificans: es una excepción, ya que es anerobia y usa el nitrato como aceptor final de electrones.

–*Zooglea*: es importante en la descomposición de materia orgánica (produce CO₂ y agua), y es utilizada para el tratamiento de aguas residuales.

–*Xanthomonas*: el nombre lo recibe por que produce una cápsula con un polímero llamado Xantano. Es usada en la industria alimentaria como espesante de sopas, postres...

–*Azotobacter*: fija N₂ atmosférico de forma libre. Posee una elevada tasa respiratoria, que impide que el O₂ entre e inhiba a la nitrogenasa.

–*Rhizobium* y *Bradyrhizobium*: fija N₂ asociándose simbióticamente a raíces de plantas leguminosas. Son muy importantes para los suelos.

–*Agrobacterium*: está relacionada con suelos y plantas.

Agrobacterium tumefaciens: induce tumores en la planta, generalmente en el cuello. Posee un plásmido, denominado Plásmido Ti, el cual lleva un DNA, llamado T-DNA, que al ser integrado en el cromosoma de alguna célula vegetal, produce una proliferación descontrolada, transformando a la célula, en célula tumoral. Estas forman: Tumores ó Agallas. Dentro de éstas, la bacteria crece bastante bien, ya que las células transformadas, fabrican Opinas (aa's), que los usa como nutrientes.

Agrobacterium rhizogenes: afecta la raíz de forma similar a la tumefaciens.

–*Halobacterium*: se puede clasificar dentro de las arqueas. Es el único de la sección que es fotoheterotrofo. Vive en ambientes con elevadas concentraciones de sales.

–*Acetobacter* y *gluconobacter*: son importantes en la industria alimentaria, y son utilizadas en la fabricación de vinagre. Recordamos que la fermentación alcohólica producía etanol a partir de la glucosa en ausencia de oxígeno (caso de las levaduras); pues en las bacterias de este género, producen ácido acético a partir de etanol en presencia de oxígeno, de ahí que sea usada en la producción de vinagre (componente principal es el ácido acético). Son muy temidas en la industria vinícola.

–*Legionella*: patógenas.

Legionella pneumophila: se transmite a través de medios acuáticos, como por ejemplo las microgotas de agua de las torres de refrigeración. Es la que se dió en el verano del 2001 en Murcia.

–*Neisseria*: la causante de la gonorrea.

Neisseria gonorrhoeae: aparece generalmente en forma de parejas

Neisseria meningitidis: produce un tipo de meningitis.

SECCION 5. Bacilos, Gram (–), anaerobios facultativos.

Se dividen en tres familias:

Enterobacteriaceae

Vibrionaceae

Pasteurellaceae

Tienen un gran impacto sobre los humanos, afectando en mayor grado al tracto intestinal, aunque también puede afectar a otros órganos.

Realizan la glucólisis clásica.

Morfología: bacilos cortoscobacilos ó bacilocos.

- Familia Enterobacteriaceae:

Los géneros de esta familia los encontraremos siempre en nuestro intestino, aunque algunas veces sea por enfermedad (entéricos significa intestino).

Pueden ser móviles; las que lo son será por flagelación peritrica.

Pueden presentar cimbrías, pudiendo adherirse así a las mucosas; éstas pueden ser sexuales(intercambian información genética).

Puede producir una toxina, la Bacteriocina, que es liberada al medio externo e inhibe el crecimiento de bacterias de otras sp's.

Son activas fermentadoras de la glucosa, aunque también lo pueden ser de otros azúcares, como la Lactosa; esta familia las clasificaremos según su capacidad de fermentar la lacosa ó no:

–Coliformes: capaces de fermentarla.

–No coliformes: no la fermentan.

Existen infinidad de medios de cultivo y pruebas bioquímicas para su identificación y clasificación; ejemplo: agar Mconkey, agar de hierro kigler, catalasa +, oxidasa – (La prueba de la oxidasa es importante a nivel taxonómico, ya que mide la presencia del citocromo c en la cadena de transporte de electrones).

Además de las pruebas vistas en prácticas, existe una batería de pruebas, llamada: **Batería IMViC**, usada para la clasificación de enterobacterias. Los pasos de la batería son los siguientes:

I: prueba del Indol; aquí se determina si una bacteria es capaz de transformar el triptófano en indol, y para que lo pueda realizar, tiene que tener el complejo enzimático Triptofanasa. La *E.Coli* posee esta enzima.

M: prueba rojo de metilo; es para ver si realiza la fermentación ácido–mixta; en ésta se pasa de glucosapirúvicoácidos (láctico, succínico, etanol,fórmico,acético).

La relación ácidos:neutros es de 4:1. Debido a la existencia de la enzima Hidrogenoliasa fórmica, el fórmico pasa a CO₂ e H₂, teniendo que la relación de CO₂:H₂ es de 1:1.

V: determina si la bacteria lleva a cabo la fermentación Butanodiólica ó Butilendiólica. La V procede del investigador: Voges–Proskauer.

El producto mayoritario de esta fermentación es el 2,3–Butanodiol (neutro); como productos minoritarios también están el etanol y algún ácido.

La relación ácidos:neutros es de 1:6, y la relación de CO₂:H₂ es de 5:1, ya que en el paso de pirúvico a 2,3–butanodiol se produce CO₂.

La fermentación ácido–mixta y la butanodiólica son incompatibles.

Existen 4 tipos de fermentaciones, típicas de enterobacterias:

Acido–mixta:

Con producción de gas.

Sin producción de gas.

Butanodiólica:

Con producción de gas.

Sin producción de gas.

iC: prueba del citrato. Esta prueba posee importancia taxonómica, ya que muestra si la bacteria es capaz de utilizar el citrato como fuente principal de C. Para que la enterobacteria pueda usar el citrato, tiene que poseer en su membrana una permeasa que permita la entrada del citrato.

Para realizarla, sembramos la bacteria en un medio que tenga sólo como fuente de C el citrato.

	I	M	V	iC
<i>E. Coli</i>	+	+	–	–
<i>Enterobacter aeruginosus</i>	–	–	+	+

La *E. Coli* no posee la permeasa que hace que el citrato entre.

Géneros representativos:

–*Escherichia coli*: hay algunas que pueden producir gastroenteritis; se utiliza como un indicador de contaminación fecal, ya que se encuentra en el intestino de animales homeotermos.

–*Salmonella*:

Salmonella typhi: produce las fiebres tifoideas.

Salmonella typhimorium: produce la salmonelosis.

–*Citrobacter*:

Citrobacter freundii: es un coliforme no fecal. Fijador de N₂ de vida libre.

–*Serratia*:

Serratia marcescens: posee un color rojizo debido a la producción de un pigmento, llamado prodigiosina, que queda retenido en la bacteria. Se llama así, por que antiguamente en las figuras religiosas aparecían manchas rojas que se creían que eran sangre, y eran estas bacterias.

–*Proteus*:

Proteus vulgaris: importante descomponedor de materia orgánica. Se encuentra sobre materia orgánica en los suelos.

–*Yersinia*:

Yersinia pestis: es la causante de la peste bubónica o negra.

–*Erwinia*: dentro de éste género hay bastantes sp relacionadas con las plantas.

Erwinia amylovora: infecta árboles frutales.

Erwinia carotovora: produce el remblandecimiento de raíces.

Erwinia herbicola: produce manchas amarillas en las hojas.

- Familia Vibrionaceae:

Incluye bastante sp que son marinas.

Emisión de luz, caso de la *Vibrio harveyi* que posee la enzima luciferasa, se encuentra generalmente asociada simbióticamente a peces, es de ambientes marinos.

Morfología de vibrios.

Pueden poseer movilidad, y si es así lo hacen mediante un flagelo polar.

Fermentación ácido–mixta.

Oxidasa +, por lo tanto poseen el Cit c.

Géneros representativos:

–*Photobacterium*: emisión de luz; asociadas simbióticamente a los peces. Ambientes marinos.

–*Aeromonas*: ambientes de aguas dulces.

Aeromonas salmonida: produce una enfermedad en el salmón.

- Familia Pasteurellaceae:

Morfología de bacilos pequeños.

Móviles.

Fermentación ácido–mixta.

Oxidasa + ! posee Cit c.

Géneros representativos:

–*Pasteurella*:

Pasteurella multocida: produce enfermedades en animales domésticos.

–*Haemophilus*:

Haemophilus influenzae: causa el resfriado común. Para que crezca en el laboratorio se tiene que cultivar en

un medio con sangre (Agar sangre).

–*Zymomonas*: lleva a cabo una activa fermentación, produciendo gran cantidad de alcohol. Es utilizada en México, para obtener un licor llamado Pulque a partir del zumo de un cactus (Agave); a partir de este licor se obtiene por destilación el Tequila.

SECCION 6. Bacilos anaerobios, Gram (–), rectos, curvados y helicoidales.

Quimioheterotrofos.

Anaerobios estrictos.

Morfología variable.

Hábitats: boca y tracto intestinal de animales y humanos.

Géneros representativos:

–*Bacteroides*: se encuentra en el sarro y es típico y abundante del intestino.

–*Fusobacterium*: bacilo filamentosos con forma de huso.

–*Selenomonas*: se encuentra en rumiantes. Degrada la celulosa.

SECCION 7. Bacterias con reducción desasimilatoria de sulfatos y sulfuros.

Realizan la respiración anaerobia utilizando el sulfato como aceptor final de electrones. Tiene bastante importancia en el ciclo biogeoquímico del azufre, ya que el sulfuro de hidrógeno producido ($SO_4^{2-} \rightarrow H_2S + e^-$), puede ser utilizado como donador de electrones por las bacterias quimioautótrofas (abundantes en el suelo) y las bacterias rojas y verdes del azufre, que son fototrofas ($SO_4^{2-} \rightarrow H_2S$).

Se encuentran en ambientes anaerobios ricos en sulfatos como los lodos y fangos del sistema acuático. Son las responsables del color negro de estos lodos y fangos, ya que el sulfuro de hidrógeno producido puede reaccionar con los iones metálicos que en ellos ahí y producir un precipitado de color negrozco (basado en el principio de Kigler).

En ocasiones pueden originar grandes pérdidas económicas al dar lugar a la corrosión de tuberías enterradas, que reaccionan con el sulfuro de hidrógeno producido por esta clase de bacterias.

Géneros representativos:

–*Desulfovibrio*: es la bacteria mejor estudiada. Responsable del color y nombre del Mar Negro.

–*Desulfobacter*.

–*Desulfococcus*.

SECCION 8. Cocos anaerobios, Gram (–).

Inmóviles.

No forman esporas.

Fermentadores.

Géneros representativos:

–*Veillonella*:

Veillonella párvula: se encuentra en el sarro dentario.

SECCION 9. Rickettsias y Chlamydias.

Son un grupo bastante particular de Gram – que en un principio se las confundió con virus, debido a su pequeño tamaño.

Son parásitos intraintestinales obligados (al igual que los virus).

Se cultivan en cultivos fribales.

Inmóviles.

Patógenas para el hombre (tanto los géneros como las sp's).

Las Rickettsias se dividen por fisión binaria ó simple, y las Chlamydias poseen un ciclo de vida más complejo, en donde alternan 2 formas celulares, que son:

Clamidiospora ó cuerpo elemental.

Célula vegetativa ó cuerpo reticulado.

La forma extracelular es siempre clamiospora, y la forma intracelular es la de Célula vegetativa (cuando infectan a otra célula).

Las Rickettsias patógenas se transmiten de un hospedador a otro a través de artrópodos.

Las Chlamydias patógenas se transmiten de un humano infectado a otro sano.

Géneros representativos:

–*R. Prowazekii*: causa el tifus epidémico, y se transmite a través de piojos. Es el peor de todos.

–*R. Typhi*: causa el tifus endémico; afecta a núcleos determinados de la población. Se transmite a través de pulgas que infectan a roedores (las ratas la tienen y se lo pasan a las pulgas).

–*C. Trachomatis*: produce la enfermedad del tracoma, que puede originar ceguera. También origina la uretritis que es de transmisión sexual (Mujer embarazada que tiene esta enfermedad al nacer el niño le puede producir ceguera).

SECCION 10. Micoplasma.

Es un grupo peculiar de bacterias, ya que no poseen pared celular definida.

Todos los estudiados hasta ahora infectan a: humanos, animales y plantas.

La mayoría son fermentadores estrictos.

Quimioheterotrofos.

Aerotolerantes y anaerobios estrictos.

División: fisión binaria.

Capacidad de movimiento mediante deslizamientos sobre superficies sólidas. No poseen flagelo.

Cuando crecen en medio sólido, las colonias se caracterizan por poseer forma de huevo frito.

Al carecer de pared celular, son sensibles a la lisis osmótica, y para evitarlo bombean continuamente iones fuera de la célula.

Son muy resistentes a algunos antibióticos (los que afectan a la síntesis de pared celular), debido a que no poseen pared celular; ej: penicilinas.

Morfología irregular, y son deformables, pero poseen en su MB celular esteroles (presentes en eucariotas) que les confiera una cierta rigidez.

Thermoplasma: se puede incluir dentro de las arqueas también; lo incluimos dentro de esta sección por que no poseen pared celular. Pueden vivir a elevadas T^a.

Géneros representativos:

–*Mycoplasma pneumoniae*: produce un tipo de neumonía.

VOLUMEN II. Bacterias gram (+).

SECCIÓN 12. Cocos gram (+).

Quimiheterótrofos.

División: fisión binaria; al ser cocos pueden quedarse agrupados después de la división en: parejas, cadenas, paquetes cúbicos y en racimo.

Géneros representativos:

–*Sarcina*: típicos anaerobios; quedan agrupados en paquetes cúbicos.

–*Micrococcus*: aerobia estricta; Colonias de color amarillento ó anaranjado. Bacteria típica de la flora de la piel. Es el contaminante más típico durante la manipulación de cultivos.

–*Staphylococcus*: anaerobios facultativos; agrupados en racimos.

S.aureus: habitante normal de la flora de nuestra piel, y puede llegar a una de las infecciones más temida por los hospitales, ya que sus cepas son resistentes; son hemolíticos.

–*Streptococcus*: anaerobio aerotolerante.

S.mutans: causa de la caries dental.

S.pyogenes: infecciones y fiebres en humanos (fiebres reumáticas).

S.pneumoniae: causa la mayoría de las neumonías; se encuentran en la parte alta de las vías respiratorias, si fumamos, bebemos...se pueden llegar a desarrollar.

S.lactis: se utiliza para la fabricación del yogurt.

–*Leuconostoc*: anaerobia aerotolerante; suele aparecer como cocos aislados.

L.mesenteroides: sintetiza cápsula de dextrano.

–*Pediococcus*: aerotolerante; aparece en tétradas.

Streptococcus, *pediococcus*, *leuconostoc* y *lactobacillus* (sección 14), forman el grupo de las bacterias del ácido láctico. Son aerotolerantes. Reciben este nombre debido a que son fermentadores activos (fermentan el azúcar de la leche dando lugar a ácido láctico mayoritariamente) y utilizados en la industria láctea. La prueba de la catalasa es – , ya que tienen peroxidasa, y la prueba de la oxidasa es negativa, ya que no tienen cadena de transporte de electrones al fermentar, lo que implica que no poseen ningún citocromo que es lo que detecta la oxidasa. Pueden llevar a cabo dos tipos de fermentaciones:

a.Homoláctica: *Streptococcus*, *pediococcus* y algunos *Lactobacillus*. El producto final de la fermentación del azúcar de la leche es exclusivamente Acido láctico.

b.Heteroláctica: *Leuconostoc*, y algunas sp de *Lactobacillus*. La fermentación del azúcar crea Acido láctico, etanol y CO₂.

(Mecanismos en fotocopias).

Enterococcus fecalis se creía un streptococcus, y son buenos indicadores de contaminación fecal, y con ellos se realiza la técnica de la Estreptometría, y se usan medios selectivos para *Streptococcus*.

SECCION 13. Bacilos y cocos, G(+), formadores de endosporas.

Quimiheterótrofos.

Habitantes normales del suelo; también hay representantes patógenos para el hombre y lo son por que producen exotoxinas (no la bacteria sino lo que origina).

La localización de la endospora en la célula es muy importante para su clasificación.

La mayoría de bacterias formadoras de endosporas son gram +.

Podemos distinguir dos grandes grupos:

- Aerobios: oxidasa +, catalasa +.

–*Sporosarcina*: posee forma de coco y forma endospora, y es uno de los pocos que lo hace.

–*Bacillus*: es un báculo típico.

B.subtilis: se usa como antibióticos, que es la Bacitracina, que impide la síntesis de la pared celular.

B. polymyxa: se usa como antibiótico, que es la Polimixina.

Hay bastantes sp productoras de antibióticos.

B. cereus: típica del suelo; se distingue bastante bien, por que cuando se encuentran en medios sólido forman colonias con aspecto céreo.

B. anthracis: carbunco ó ántrax.

B. thuringiensis: produce una endospora, que tiene una paraespora (pegada a la endospora) que es tóxica para los insectos, y es usada en insecticidas.

- Anaerobias:

–*Desulfotomaculum*: anaerobia utilizando el sulfato como aceptor final de electrones.

–*Clostridium*: es bastante importante por que posee un gran número de sp patógenas para el hombre.

C. perfringens: causa de la gangrena gaseosa.

C. tetan: causa el tétano, es una parálisis rígida.

Algunas sp de *Clostridium* son bastantes típicas, por que son bacilos alargados y cuando forman las endosporas se abomba, dando lugar a una forma de palillo de tambor:

!!

C. botulinum: botulismo, es una parálisis flácida. Se transmite en latas de conservas mal conservadas. La toxina botulínica se utiliza en algunos cosméticos para estirar las arrugas.

Las bacterias de este género son estrictamente fermentadoras (ninguna enzima), por lo que el oxígeno es letal para ellas, de ahí que las heridas no haya que tapárselas, para no crear un ambiente en ausencia de oxígeno.

Son descomponedores activos de la materia orgánica.

Fermentan las proteínas, producen putrefacción, y por lo tanto aminas: cadaverinas y putrescina, que son las que producen el mal olor.

SECCION 14. Bacilos regulares, G(+), no formadores de endosporas.

Aquí se encuentra el género *Lactobacillus*, que es un aerotolerante y forma parte de las bacterias del ácido láctico, y se clasifica a parte por que es un bacilo; hay sp de *Lactobacillus* que llevan a cabo la fermentación homoláctica y heteroláctica.

Homoláctica la realizan *L. casei* y *L. bulgaricus*, utilizada para los yogures.

SECCION 15. Bacilos irregulares, G(+), no formadores de endosporas.

Poseen una morfología cambiante dependiendo de la fase de crecimiento, pudiendo ser: ramificados, forma de maza...

Géneros representativos:

–*Arthrobacter*: es un habitante normal del suelo, y realiza un importante papel en la descomposición de la materia orgánica del suelo; presenta una morfología diferente según la fase de crecimiento, siendo un bacilo ramificado en la fase exponencial, y forma de coco en la fase estacionaria.

–*Bifidobacterium*: es un miembro de la microflora intestinal en bebés y niños lactantes. Lleva a cabo una fermentación en la que libera gran cantidad de ácidos que impide la proliferación de bacterias que pueden causar problemas intestinales (diarrea,).

–*Propionibacterium*: puede fermentar el ácido láctico a propionato. También se las llama: Bacterias del ácido propionico. Se utiliza en la elaboración del Queso.

Leche (azúcar) ! ác.láctico ! ac.propionico

El paso de la leche al ácido láctico lo realizan las bacterias homofermentadoras del ácido láctico.

El paso del ácido láctico a ácido propionico lo realizan las *Propionibacterium*.

P.acnes: causante del acné.

–*Corynebacterium*: es típica de suelos; forma de maza.

C.diphtheriae: causante de la difteria (enfermedad respiratoria).

SECCIÓN 16. Micobacterias.

Aerobias.

Inmóviles.

Forma de bacilo.

No forma esporas.

Lo que les caracteriza es la presencia de gran porcentaje de ácidos grasos en su pared celular; entre ellos están los ácidos micólicos, que son los responsables de que sean ácido–alcohol resistentes (tras ser teñidas no se pueden decolorar con una solución de alcohol–ácido).

Tienen una orientación clínica.

Son difíciles de cultivar por que poseen una gran contenido de ácidos grasos y hace que no penetren los nutrientes.

Género representativo:

–*Micobacterium*:

M.tuberculosis: causante de la tuberculosis.

M.leprae: o bacilo de hansen; causante de la lepra, y no se ha podido cultivar in vitro.

M.phlei: se encuentra en suelos, sobre materia orgánica en descomposición.

SECCION 17. Bacterias nocardiformes.

El género más representativa es : *Nocardia*, es típico del suelo.

Las colonias son de tipo estrella con puntas brillantes. Es ácido–alcohol resistente, al poseer ácidos micólicos, por lo tanto está bastante relacionado con las micobacterias.

VOLUMEN III.

SECCION 18. Bacterias fototrófas anoxigénicas.

Fotosíntesis anoxigénica, es decir, necesitan luz pero no O₂. Usan como fuente de poder reductor compuestos diferentes al agua, de ahí que no se genere O₂.

Anaerobios.

Ambientes acuáticos profundos y transparentes (donde llega la luz pero no hay oxígeno).

Se dividen en tres grupos:

- **Bacterias rojas:**

Presentan una coloración purpúrea debido a los pigmentos carotenoides. Utilizan como fuente de reserva el poli hidroxibutirato. La fotosíntesis la realizan en las prolongaciones de la Mbplasmática. La mayoría de pigmentos son : bacterioclorofila a y b.

Algunas fijan N₂, ya que al ser anaerobias pueden tener el complejo nitrogenasa (para la cual el oxígeno es letal).

Podemos distinguir dos grupos:

1. **Del azufre:** todas son fotoautótrofas obligadas, por lo tanto usan como fuente de reserva el CO₂ y realizan la fotosíntesis. El CO₂ lo fijan por el Ciclo de Calvin. Utilizan compuestos reductores, como donadores de electrones, principalmente H₂S, y algunas H₂; las que utilizan H₂S, realizan el transporte inverso de electrones, y para ello necesitan energía; éste proceso lo hacen por que es necesario para el Ciclo de Calvin. Las que utilizan H₂, no necesitan este transporte, ya que el H₂ posee un potencial superior al del NAD⁺.

Se encuentran en ambientes anaerobios ricos en sulfuros, generalmente en fondos acuáticos. Comparten ambiente con las bacterias de la sección 7, las sulfatoreductoras, que el usan el sulfato como aceptor final de electrones, reduciéndolo a H₂S, que es utilizado por las bacterias rojas del azufre como poder reductor, oxidándolo a sulfato.OOoo

Géneros representativos:

–*Chromatium*

–*Thiospirillum*: son espirilos.

–*Thiosarcina*: agrupados en paquetes cúbicos.

–*Thiocaspa*

2. No del azufre: la mayoría son fotoheterótrofas, por lo tanto se encuentran en ambientes de agua dulce, ambientes ricos en materia orgánica, ya que la usan como fuente de C. Algunas pueden fijar N₂ atmosférico.

Géneros representativos:

–*Rhodospseudomonas*: bacilo típico con flagelación polar.

–*Rhodospirillum*.

- Bacterias verdes:

Realizan la fotosíntesis anoxigénica. Poseen clorosomas que son orgánulos que están envueltos por una MB protéica, y en su interior contienen pigmentos, que es principalmente bacterioclorofila b.

Podemos distinguir dos grupos:

1. Del azufre: fotosíntesis anoxigénica, usando como poder reductor principalmente H₂S; se encuentran en ambientes acuáticos profundos y con luz, al igual que las bacterias rojas del azufre. No realizan el transporte inverso de electrones, ya que poseen suficiente poder reductor para reducir al NAD⁺.

Género representativo por excelencia es: *Chlorobium*.

Fijan el CO₂ por el ciclo de los ácidos tricarbónicos.

2. No del azufre: generalmente son fotoheterótrofas, y si hay alguna fotoautótrofa, fija el CO₂ por el Ciclo de Hidroxipropionato.

Género representativo es : *Chloroflexus* que es el único que puede vivir a elevadas T^o, es termófilo.

Las verdaderamente pertenecientes a este género son las bacterias verdes y rojas del azufre, ya que son fotoautótrofas.

- Heliobacterias:

Pueden realizar fotosíntesis anoxigénica.

El género más representativo es: *Heliobacterium*, realiza fotosíntesis anoxigénica, por lo que puede reducir directamente el NAD, y por lo tanto no usa el transporte inverso de electrones. Es fotoheterótrofo (compuestos orgánicos como fuente de C). Algunas sp pueden producir endosporas, y también pueden fijar N₂ y son anaerobios estrictos.

SECCION 19. Bacterias fotosintéticas oxigénicas.

Son las llamadas Cianobacterias, antiguamente se las conocía como algas verde azuladas, pero estaba mal, ya que las algas son eucariotas.

Fotosíntesis oxigénica: fotosistema I y II. Usan como fuente de poder reductor el agua y en su lisis se desprende oxígeno.

Los pigmentos característicos de estas bacterias son la ficoeritrina (azulado) y la ficocianina (verdoso).

Se encuentran en ambientes acuáticos de agua dulce y marina, y en algunos suelos.

Poseen vacuolas de gas que les permite flotar en el agua.

También hay algunas que son termófilas.

Pueden ser unicelulares o filamentosas, aunque de esta última hay mayoría. La estructura es:

Por la forma que presentan cuando se agrupan es por lo que en un principio se las llamó algas.

La estructura filamentosas se llama: Tricoma; presentan estructuras de resistencia denominados: Acinetos, que es donde la célula engrosa su pared y así son más resistente que las células vegetativas.

Algunas fijan N₂, y las hay tanto de vida libre como asociadas simbióticamente a plantas.

Sabemos que la fijación de N₂ y la fotosíntesis oxigénica son incompatibles, de ahí que las que fijen N₂, forman heterocistes donde realizan la fotosíntesis anoxigénica y sólo intervenga el fotosistema I.

La sustancia de reserva es glucógeno y en algunos casos la cianoficina (polímero de aspártico y arginina; lo que acumulan como material de reserva son compuestos nitrogenados).

Géneros representativos:

–*Oscillatoria*.

–*Anabaena*.

–*Nostoc*.

SECCION 20. Bacterias aerobias quimiolitótrofas y organismos asociados.

Estas bacterias obtienen ATP de compuestos inorgánicos, y es un proceso exclusivo de procariontes, específicamente de este tipo de bacterias.

Ambientes: principalmente suelos y agua.

La mayoría son fotoautótrofas, por lo que fijan el CO₂ por el Ciclo de Calvin, siendo en sí éstas bacterias Quimiolitotoautótrofas.

Se las clasifica según el compuesto que oxidan:

Nitrificantes: fuente de Energía = compuestos reducidos de Nitrógeno.

- Nitroso: Nitrosobacterias. Pasan: NH₃ ! NO₂⁻ + e⁻.

Géneros: *Nitrosomas*, *Nitrosococcus* (coco típico), *Nitrospira*, *Nitrosolobus*.

- Nitro: Nitrobacterias. Pasan: NO₂⁻ ! NO₃⁻ + e⁻.

No existe ningún organismo capaz de oxidar directamente el amoníaco a nitrato, es un proceso acoplado de dos bacterias.

Géneros: *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrococcus*.

Ambas deben utilizar el transporte inverso de electrones para generar el NADH. Este transporte lo deben utilizar la mayoría de las bacterias de esta sección, debido a que sus potenciales son mayores que el del NAD⁺.

Las bacterias nitrificantes se encuentran en ambientes ricos en amoníaco (descomposición proteica). La mayoría de suelos son suelos ricos en amoníaco.

Son importantes en el ciclo del N₂:

Descomposición proteica ! NH₃ ! NO₂⁻ ! NO₃⁻ ! --bacterias desnitrificantes--

---!N₂ atm ! bacterias fijadoras del N₂.

Bacterias oxidadoras del azufre: también se las llama incoloras del azufre(para no confundirlas con las rojas y verdes). Utilizan compuestos reducidos del azufre, que lo oxidan finalmente a sulfato el cual cede sus electrones a la cadena de transporte de electrones y obtenemos ATP.

Deben utilizar el transporte inverso de electrones, para poder generar poder reductor.

Géneros por excelencia: *Thiobacillus*.

T.ferrooxidans: usa también el Fe como donador de electrones.

T.denitrificans: nitrato como donador de electrones.

Bacterias del H₂: estrictas sólo se conoce un género: *Hydrogenobacter* que es un termófilo (incluso vive a 90°C).

Existen otras bacterias facultativas del H₂, y no se incluyen aquí.

Deben poseer la enzima: Hidrogenasa (transmembrana y citosólica) para poder utilizar el Hidrógeno.

Estas bacterias pueden reducir directamente el NAD⁺, ya que el H₂ posee un E° = -0,41 V, que es menor al del NAD⁺ que es E° = -0,32 V.

Bacterias oxidadoras de Fe: oxidan el hierro II a hierro III, donde se desprenden electrones que van a la cadena de transporte de electrones para producir la síntesis de ATP. El aceptor final de e⁻ es el O₂.

El E° de Fe⁺²/Fe⁺³ es de 0,77V y el paso de O₂/H₂O es de 0,82V, la diferencia de potencial es muy pequeña, por lo que estas bacterias tienen que oxidar mucho Fe⁺². Tienen unos tiempos de generación larguísimos (incluso de 18 horas) ya que para producir biomasa celular parten de compuestos poco energéticos.

También oxidan compuestos de Mn.

Géneros representativos:

-*Thiobacillus ferrooxidans*.

-*Siderocapsa*.

-*Oscarobium*.

–*Siderococcus*.

Bacterias magnetotáticas: no se encuentran relacionada con la quimiolitotrofia. Poseen magnetosomas, que son una especie de orgánulos que actúan como un imán, y les permite orientarse en un campo magnético.

Género representativo:

–*Aquaspirillum magnetotactium*: se encuentra también incluida en la sección II. Es una bacteria acuática con morfología de espirilo.

SECCION 25. Arqueas.

Son un grupo de bacterias muy antiguo y se las llamaba antiguamente, arcaicobacterias.

Forman un grupo muy heterogéneo, ya que el índice de similitud es bajo (son diferentes entre ellas). Al M.O no se distinguen, pero fisiológicamente sí.

Diferenciamos tres tipos de pared celular:

–Arqueas con pared celular constituida por un polímero llamado pseudopeptidoglicano o pseudomureína (similar al de bacterias). Se diferencian por los azúcares que lo constituyen y por que están unidos por enlace (1,3). En bacterias es (1,4).

–Arqueas con pared celular formada por capas a base de glicoproteínas.

–Arqueas que poseen como pared celular la Capa S o paracristalina, formada por proteínas con simetría hexagonal (M.E).

- Diferencias importantes entre bacterias/arqueas a nivel de pared celular:

–Las arqueas empiezan la síntesis de proteínas a partir de metionina al igual que eucariotas, y las procariotas lo hacen a partir de formil–metionina.

–Las encontramos (arqueas), en hábitats terrestres y acuáticos, siempre externos: hidrotermales, hipersalinas o incluso como simbiontes del tracto digestivo de animales.

–Requerimiento de O₂: anaerobias, anaerobias facultativos, aerobias.

–Quimioautótrofos, quimioheterótrofos.

–T^a de crecimiento: mesófilas, termófilas.

–En general viven en ambientes de elevadas T^a, con bajo pH y elevadas concentraciones de sal, es decir, en ambientes extremos.

–Se dividen en 3 grandes grupos:

II, IV y V: arqueas termófilas.

III: halófilas extremas.

I: metanogénicas.

I: Se incluyen las arqueas capaces de generar metano. Anaerobias estrictas. La mayoría autótrofas. Se hallan en ambientes anaerobios carentes de sulfatos (fondos acuáticos, digestores de aguas residuales, tracto intestinal de animales como el hombre, rumiantes, plantas depuradoras de agua...). Si hay sulfato, ganarían las bacterias (sulfatoreductoras, sección 7).

La generación de metano: utilizan CO₂ como aceptor final de electrones en respiración anaerobia, y se reduce hasta CH₄.

CO₂ ! CH₄

Utilizan como poder reductor el H₂.

Son autótrofos, pueden fijar el CO₂ por el ciclo de la acetil-CoA (CO₂, acetil-CoA, pirúvico...metabolismo).

La producción de metano (origina burbujas en la superficie del agua) tiene importancia a nivel ecológico:

–Inconveniente: el metano producido, al pasar a la atmósfera se oxida rápidamente a CO₂, favoreciendo el efecto invernadero.

–Ventaja: el metano es una importante fuente de energía, ya que tiene una combustión limpia y es utilizado a nivel industrial.

Géneros representativos:

–*Methanococcus*.

–*Methanobacterium*.

–*Methanospirillum*.

III: Halófilas extremas.

Viven en ambientes con elevadas concentraciones de sal.

Halobacterium halobium puede vivir en ambientes con un 10% de NaCl; puede realizar una forma primitiva de fotosíntesis ó fotofosforilación para obtener ATP, pues presentan en sus MB un pigmento, la bacteriorrodoxina, similar a la rodoxina dle ojo de vertebrados que absorbe luz.

Termoacidófilos.

Viven a elevadas T^a, incluso hasta 85°C y a bajo pH (pH=1).

Se encuentran en las fuentes geotermales con ácido sulfúrico.

Archaeoglobus: representativo del grupo II. T^a de 80°C.

Thermoplasma: representativo del grupo IV. Se incluía en los micoplasmas por no poseer pared celular, pero comparte con las arqueas el vivir en ambientes extremos (*T.acidophilum*, soporta pH=1; *T.volcanium*, vive alrededor de volcanes, elevada T^a).

Sulfolobus: grupo V. Fijan CO₂ con TCA inverso.

Thermoproteus: grupo V. Elevada T^a.

Thermococcus: grupo V. Elevada T^a.

VOLUMEN IV. Actinomicetos.

Está dedicado a los actinomicetos.

Características:

Quimioheterótrofas.

Gram +.

Tendencia a formar micelio, hifas ó células ramificadas. Muchos actinomicetos presentan un crecimiento similar a los hongos; la característica que les diferencia está en el micelio. Algunos tienen micelio simple, llamado micelio a nivel de sustrato; los más evolucionados tienen micelio de sustrato y aéreo.

Raramente son móviles, si no lo son, sus esporas sí.

Poseen distintas variedades de péptidoglicano; a diferencia de las arqueas forman un grupo filogenético compacto (muy semejantes entre sí). Un elevado % de C+G.

Son estudiadas por su gran importancia industrial, debido a que se utilizan para la producción de antibióticos.

Se clasifican en diferentes grupos según la estructura de su peptidoglicano y disposición de esporas:

–*Nocardia*: sección 26. Son ácido–alcohol resistente. Puede formar un micelio transitorio en un momento de su ciclo vital.

–*Frankia*: sección 27. Puede fijar N₂ atm en asociación simbiótica con plantas leguminosas.

–*Micromonospora*: sección 28. Típico del suelo. Puede degradar celulosa.

SECCION 29. Estreptomicetos.

Son el grupo más evolucionado dentro de los actinomicetos.

Presentan micelio de sustrato y micelio aéreo.

Presentan esporas inmóviles en el extremo de las hifas. La disposición y forma de las esporas tiene carácter taxonómico.

Aerobios estrictos.

Típicos del suelo. Responsables del olor a tierra mojada ya que producen unas sustancias volátiles llamadas geosminas.

No patógenos.

Streptomyces: pueden usar una gran variedad de compuestos orgánicos como fuente de C. Producen geosminas. Son fácilmente aislables de una muestra de suelo en el laboratorio, ya que crecen sobre bastante

compuestos orgánicos. Utilizando como medio de cultivo los apropiados, donde la fuente de C sea materia orgánica y con aeración forzada ya que son aerobios (para favorecer su crecimiento).

Tienen micelio aéreo y micelio de sustrato; normalmente en las hifas del aéreo presenta esporas llamadas: Conidiosporas (no se desarrollan dentro de un receptáculo).

La característica principal de las sp de éste género, es que la mayoría se utiliza para la producción de antibióticos, así tenemos:

–*S.griseus*: streptomycina.

–*S.venezaelae*: cloranfenicol.

–*S.kanamyceticus*: kanamicina.

–*S.erithraeus*: eritromicina.

Característica macroscópica: se las puede reconocer fácilmente, al presentar colores ocres, color pastel; desprenden olor a tierra.

19

Peptidoglicano

Cuerpo celular

Filamentos axiales

Tricomas

H2

Aéreo

De sustrato

Agar