R A F I D O S O M A S

DEFINICION: Son inclusiones citoplásmicas de forma cilindrica, que se encuentran en espiroquetas, formas L, Saprospira, Myxococcus, Pseudomonas aeruginosa y algas azul verdes.

ESTRUCTURA: Estos cuerpos cilindricos miden de 15 - 21 nm de diámetro, peroéste no es constante en todos los organismos que los poseen, incluso la longitud es variable en el mismo organismo. Cada cuerpo consiste de dos partes: la vaina externa y un canal con una banda central que se extiende de un extremo al otro de la vaina.

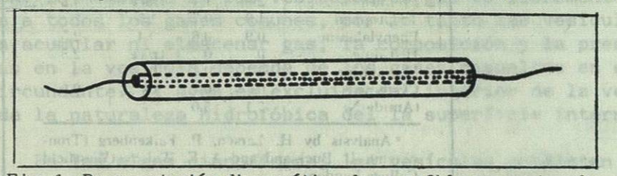

Fig.1. Representación diagramática de un rafidosoma mostrando su vaina externa, un canal central, y una banda de RNA recorriendo el canal.

Las varillas estan constituídas por subunidades ensambladas helicoidalmente. En Spirulina las partículas miden 24 nm de diámetro, y en Saprospira grandis mide 23 nm.

COMPOSICION QUIMICA: La varilla que constituye la vaina externa esta formada por subunidades de proteina arregladas helicoidalmente, y la banda que recorre el canal interior es RNA, aunque esta banda frecuentemente está asociada con la varilla, ésta puede carecer de RNA.

FUNCIONES: Su significancia biológica es desconocida, pero presumiblemente juegan un papel en la movilidad bacteriana, tal como ocurre con el deslizamiento de las flexibacterias. Estructuralmente, los radosomas son similares a las colas o vainas contraidas de los fagos, lo cual apunta a un posible origen viral, tambien se ha sugerido que sean productos reorganizados formados a partir de mesosomas desensamblados..

BIBLIOGRAFIA:

1.- Shively, J.M. 1974. Inclusion Bodies of Prokaryotes. Ann. Rev. Microbiol. 28: 167-187.

2.- Starr, M.P., H.Stolp., H.G.Trüper., A.Balows y H.G. Schlegel. 1981. The Prokaryotes. Volume I. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York.

C A R B O X I S O M A S

DEFINICION: Son inclusiones citoplásmicas que al microscopio electrónico se observan como cuerpos electrodensos con perfiles poligonales y con un contenido granular.

Fig.1. Corte fino de un Thiobacillus conteniendo numerosos carboxisomas. Tomado de J.M. Shively, F.L.Ball y B. W.Kline "Electron Microscopy of the Carboxysomes (Polihedral Bodies) of Thiobacillus naepolitanus J. Bact. 116,1405 (1973).

DISTRIBUCION: Estos cuerpos poliédricos se han encontrado en células crecidas autotroficamente como son:

a)**CIANOBACTERIAS:** Anabaena cylindrica

b)**BACTERIAS NITRIFICANTES:** Nitrobacter agilis
Nitrobacter winogradskyi

c)**BACTERIAS QUIMIOLITOTROFICAS:** Thiobacillus naepolitanus
Thiobacillus denitrificans
Thiobacillus intermedius
Thiobacillus thioparus

d)**BACTERIAS FOTOSINTETICAS**

ESTRUCTURA: Estos cuerpos de inclusión tienen una forma poliédrica , su tamaño varía de un organismo a otro en un rango de 50 - 500 nm, pero en una célula su tamaño es uniforme, por ejemplo en Thiobacillus naepolitanus miden 160 nm. Están rodeados por una membrana no unitaria de 3 -4 nm de grosor, observandose en su interior un contenido granular, las partículas internas miden 10 nm de diámetro.

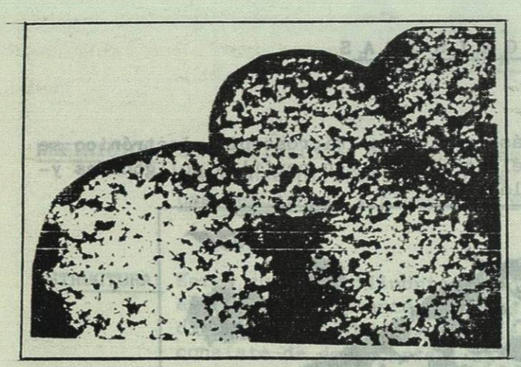

Fig.2. Carboxisomas de Thiobacillus naepolitanus Tincion negativa.

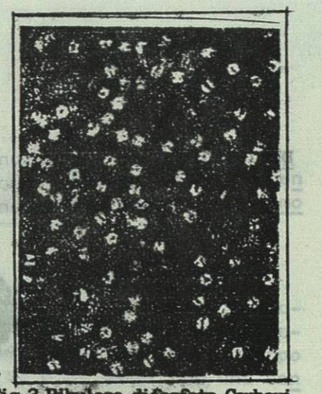

Fig.3.Ribulosa difosfato Carboxilasa presente en el interior de los carboxisomas.

Ambas tomadas de Shively et al (1973).Functional Organelles in Prokaryotes: Polyhedral Inclusions (Carboxysomes) of Thiobacillus naepolitanus. Science.182:584-586.

COMPOSICION QUIMICA: Cuando Biederman y Westphal sometieron los carboxisomas purificados de Nitrobacter agilis a electroforésis en gel del -- poliacrilamida-SDS, encontraron 7 bandas de polipeptidos:

2 polipeptidos: mostraron un patrón de migraciónsimilar a los de la subunidad grande y pequeña de la enzima - - - **ribulosa 1,5 difosfato carboxilasa o carboxidismutasa.**

Los otros 5 polipeptidos: no mostraron actividad enzimática, por lo que supusieron sean componentes de la envoltura icosahédrica.

En 1979, Bock y colaboradores notaron tres hechos interesantes que les permitieron sospechar de la presencia de **ácido-nucleico** en estas inclusiones, estas sospechas preeliminares --- eran:

1.-La densidad relativamente alta de las partículas: ρ^{25}=1.296
2.-La relacion de absorciones a 260 nm/280 nm = 1.2
3.-La visualización por microsco pía electrónica de un componente sensible a DNAasa.

Por estas razones a los carboxisomas les llamaron **PARTICULAS TIPO FAGO (Nb_1)**

En ese mismo año, Westphal, Bock, Cannon y Shively, aislaron carboxisomas de Nitrobacter winogradksyi y N. agilis,y sus estudios de microscopía electronica les revelaron que estas partículas icosahédricas contenían **una molécula circular de DNA, de doble cadena, de 14 um de longitud.** Este material era sensible a DNAasas, pero insensible a RNAasas y Proteasas.

Entre las características determinadas al DNA carboxisomal, por estos investigadores, se encuentran las siguientes:

1.-El DNA constituye el 5% del peso total del carboxisoma
2.-El peso molecular estimado para el DNA es 1.5 x 10^9 daltones
3.-El DNA puede codificar para 35 proteinas diferentes con un - peso molecular de 50,000 daltones cada una.
4.-En Bromuro de etidio y Cloruro de cesio, el DNA muestra una- Densidad de Flotación de ρ^{25}= 1.701 g/ml
5.-Muestra una maxima absortividad de luz a 263.5 nm. El DNA somático muestra su maxima absorción a 266 nm.
6.-Al microscopio electrónico el DNA carboxisomal presenta una elevada frecuencia de asas.
7.-No se sabe cuales sean los productos génicos de esta molécula de DNA, pero se sospecha que codifique para proteinas de la envoltura.
8.-Ya que niveles subletales de naranja de acridina ocasionan - una disminución marcada en el numero de carboxisomas por célula, se piensa que sea un plasmido y no DNA somático.
9.-Posiblement el papel que juega el DNA carboxisomal sea el de permitir el ensamblamiento o estabilización del carboxisomatal como sucede con los RNA ribosomales.

Por estudios de centrifugación en gradientes de densidad se descartó la posibilidad de que el DNA contenido en los carboxisomas fuese DNA somático - adherido a la superficie del carboxisoma.

CONDICIONES DE SINTESIS: Purohitt y colaboradores encontraron que aquellas- condicion3s de crecimiento que reprimen la actividad de la ---- ribulosa 1,5 difosfato carboxilasa (RuBPCasa), eliminan los --- cuerpos polihédricos del citoplasma, y que la transferencia del cultivo a condiciones no represeivas favorece la formación tanto de la enzima como de los carboxisomas.

FUNCIONES: Ya que estas inclusiones contienen a la primera enzima del ciclo de Calvin, la ribulosa 1,5 difosfato carboxilasa o carboxidismutasa, se supone que sean los responsables de la fijación efectiva del CO_2 durante el crecimiento autotrófico de los organismos que los contienen.

BIBLIOGRAFIA:

1.- Shively, J.M. 1973. Electron Microscopy of the Carboxysomes (Polihedral Bodies) of Thiobacillus naepolitanus. J. Bacteriol. 116: 1405.
2.- Shively, J.M., F.I. Ball, D.H. Brown y R.E. Saunders. 1973. Functional Organelles- in Prokaryotes: POlihedral Inclusions (Carboxysomes) of Thiobacillus naepolitanus. Science. 182: 584-586.
3.- Shively, J.M., E. Bock., K. Westphal y G.C. Cannon. 1977. Icosahedral Inclusions - (Carboxysomes) of Nitrobacter agilis. J. Bacteriol. 132(2):673-675.
4.-Westphal,K., E. Bock.,G. Cannon y J.M. Shively. 1979. Beoxyribonucleic Acid in - Nitrobacter carboxysomes. J. Bacteriol. 140 (1): 285-288.

APARATO FOTOSINTETICO PROCARIOTICO

El aparato fotosintético de los microorganismos procarióticos se encuentra hospedado en estructuras morfologicamente diversas. El los miembros de la familia **Chlorobiaceae**, la maquinaria fotosintética se localiza en vesículas en forma de cigarro arregladas corticalmente debajo de la membrana citoplásmica, estas inclusiones han sido llamadas **VESICULAS DE CHLOROBIUM** o **CLOROSOMAS.**

ESTRUCTURA: Son partículas cilíndricas que miden de 25 a 70 nm de ancho, -- con un promedio de 50 nm, y de 90 a 150 nm de longitud. Poseen una membrana molecular no unitaria de 3 - 5 nm de grosor.

Fig.1 Corte fino de la bacteria verde Pelodictyon mostrando Vesiculas de Chlorobium dispuestas corticalmente.

En vesículas aisladas y rotas se observan pequeñas subunidades - de ~10 nm de ancho con un agujero central, probablemente sean -- los sitios donde reside el aparato fotosintético.

Fig.2. Microfotografias electrónicas de vesiculas de Chlorobium aisladas, donde se aprecian inclusiones intravesiculares (i).

Las bacterias verdes son unicos entre los microorganismos fotosintéticos en que su aparato fotosintético no está integrado en un sistema de membrana unitaria.

COMOPOSICION QUIMICA: Estas vesículas consisten en un 50% de lípido, 30% de de proteína y un 15% de carbohidrato, contienen además las bacterioclorofilas c, d ó e cosechadoras de luz.

FUNCION: Al igual que las estructuras fotosintéticas que describiremos más adelante, las vesículas de chlorobium son responsa-- bles de la captación de la energía solar durante la- fase lumínica de la fotosíntesis.

En los miembros de la familia **Chromatiaceae** el aparato fotosintético se localiza en tres tipos morfologicamente distintos de estructuras las **vesículas membranosas o cromatóforos, túbulos membranosos y sistemas - lamelares** dentro de una envoltura. Todos ellos son invaginaciones de la -- membrana plasmática y no constituyen sistemas independientes de la membrana plasmática sino que son continuaciones de ella.

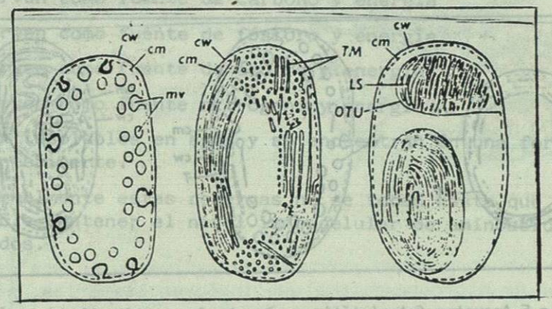

Fig.3. Aparatos fotosintéticos presentes en la familia Chromatiaceae: (a)vesiculas membranosas, (b) - túbulos membranosos, (c) sistemas lamelares. **cw**, pared celular; **cm**, membrana citoplasmica; **mv** vesiculas membranosas; **TM, tubulos membranosos; LS**, sistemas lamelares, **OTU**, unidad tilacoidea - exterior.

En las bacterias fotosintéticas de la familia **Rhodospirillaceae**, el aparato fotosintético se encuentra en diversas estructuras derivadas de - la membrana citoplásmica que incluyen **vesiculas membranosas o cromatóforos, - sistemas lamelares sencillos o sistemas lamelares elaborados. (Fig.4).**

En las cianobacterias la maquinaria fotosintética se encuentra en **tilacoides arreglados perifericamente, en vesiculas y tilacoides o en tilacoides ramificados e interconectados** que llenan totalmente a la célula, como se puede apreciar en la Figura 5.

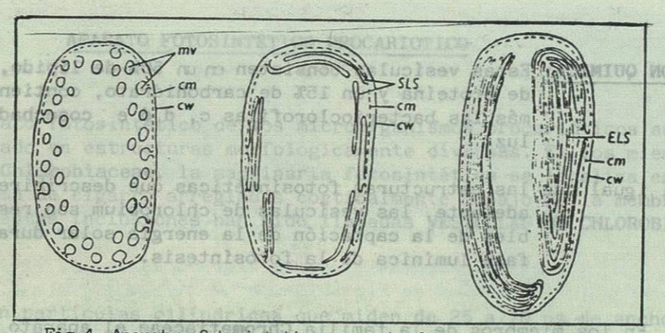

Fig.4. Aparatos fotosinteticos encontrados en la familia **Rhodospirillaceae. (a) vesiculas membranosas,mv;-** (b) **sistemas lamelares sencillos,SLS;** (c) **sistemas lamelares elaborados, ELS: cw, pared celular; cm, membrana citoplasmica.**

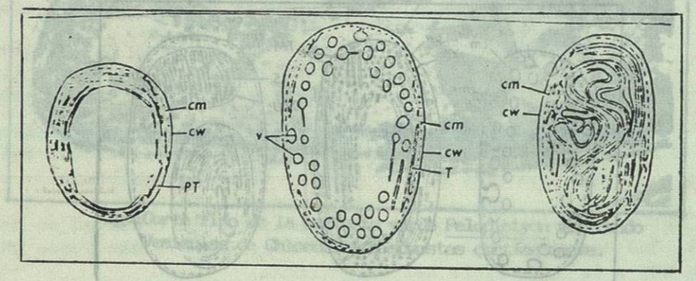

Fig.5.Aparatos fotosintéticos encontrados en **cianobacterias.** (a) **tilacoides arreglados perifericamente**, PT ; (b) vesículas , **v** y algunos tilacoides, **T**, (c) tilacoides ramificados e interconectados.

INCLUSIONES CITOPLASMICAS DE RESERVA

Cuando ciertas bacterias se incuban bajo condiciones específicas, pueden depositar materiales en su citoplasma que sirven como sustancias de reserva. Durante el crecimiento activo, el contenido de estos depósitos es bajo o están ausentes, pero cuando el microorganismo se hace crecer en condiciones de limitación de un nutriente esencial, o en presencia de sustancias que inhiben su crecimiento, las células no proliferan pero conservan su viabilidad almacenando diversas sustancias como material de reserva.

Las inclusiones citoplasmicas de reserva presentan diversas características, entre ellas:

1.- Sirven como fuente de carbono y energía

2.- Sirven como fuente de fósforo y energía

3.- Sirven como fuente de azufre y energía

4.- Sirven como fuente nitrógeno y energía

5.- Son insolubles en agua y se encuentran en una forma osmoticamente inerte.

6.- Normalmente estas reservas no se tocan hasta que ya no es posible mantener el nivel intracelular de aminoacidos y nucleótidos.

Entre las inclusiones citoplásmicas de reserva presentes en los organismos procarióticos se encuentran:

1.- Gránulos de glicógeno

2.- Gotas de lipido (PHB)

3.- Gotas de azufre

4.- Gránulos metacromáticos

5.- Gránulos de cianoficina.