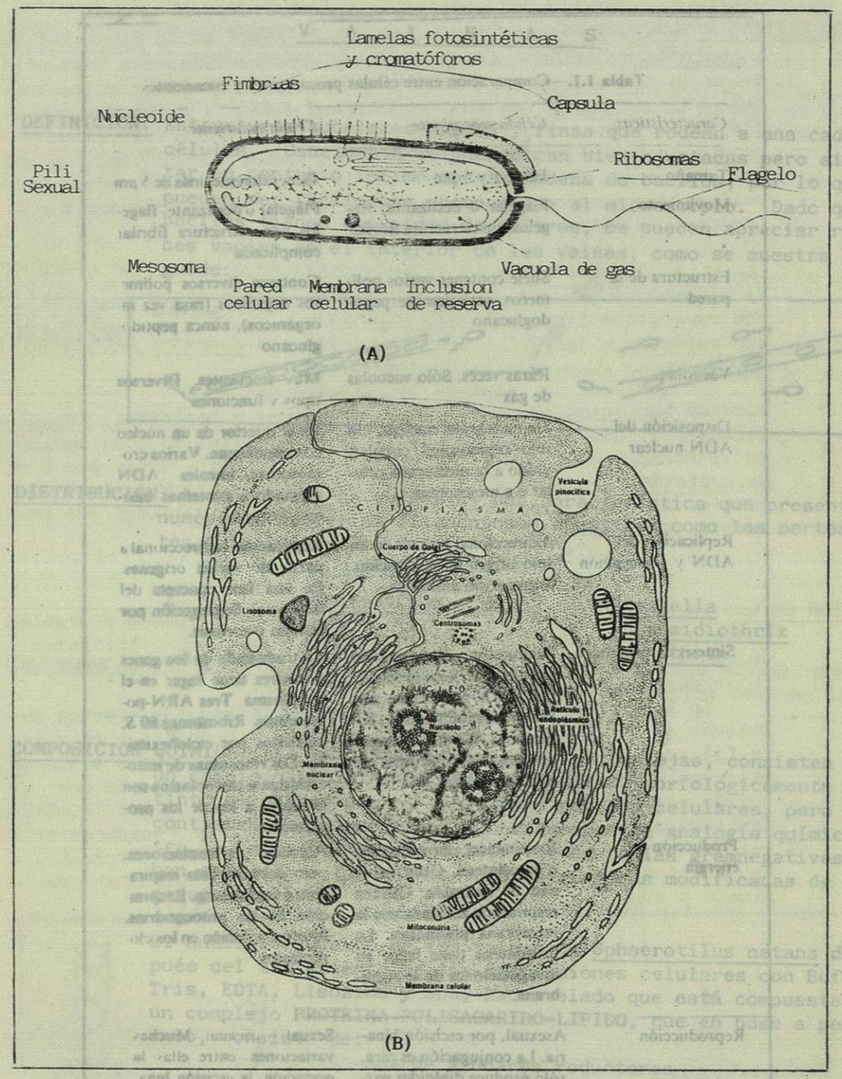


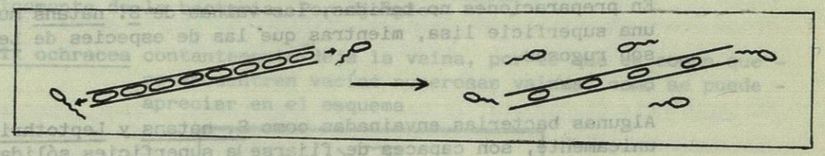
Fig. 1. Esquemas representativos de una célula procariótica (A) y de una célula eucariótica (B).

Tabla 1.1.—Comparación entre células procariontes y eucariontes

Características	*Célula procariote*	*Célula eucariote*
Tamaño	Entre 1 y 5 μm	Generalmente, más de 5 μm
Movimiento	Flagelar o deslizante; flagelos con estructura fibrilar	Flagelar o deslizante flagelos con estructura fibrilar complicada
Estructura de la pared	Suele contener varios polímeros, casi siempre peptidoglucano	Contiene diversos polímeros orgánicos (rara vez inorgánicos), nunca peptidoglucano
Vacuolas	Raras veces. Sólo vacuolas de gas	Muy frecuentes. Diversos tipos y funciones
Disposición del ADN nuclear	Sin membrana nuclear. Un solo cromosoma circular, unido a la membrana celular o a mesosomas	En el interior de un núcleo con membrana. Varios cromosomas lineales ADN asociado a proteínas básicas (histonas)
Replicación del ADN y segregación	Bidireccional a partir de un solo origen de replicación. Segregación amitótica	Replicación bidireccional a partir de varios orígenes En una fase concreta del ciclo vital Segregación por mitosis o meiosis.
Síntesis de proteínas	Traducción y transcripción simultáneas. Sólo se conoce una ARN-polimerasa con proteínas modificantes. Ribosomas 70 *S* inhibidos por antibióticos específicos de los procariontes	La traducción de los genes nucleares tiene lugar en el citoplasma Tres ARN-polimerasas Ribosomas 80 *S*, inhibidos por cicloheximida Los ribosomas de mitocondrias y cloroplastos son similares a los de los procariontes
Producción de energía	Respiración, fermentación o fotosíntesis. Gran variedad de sustratos. Cadena respiratoria asociada con la membrana plasmática. La fotosíntesis tiene lugar en invaginaciones de la membrana.	Algunas fermentaciones, pero normalmente respiración o fotosíntesis. Respiración en las mitocondrias, fotofosforilación en los cloroplastos
Reproducción	Asexual, por escisión binaria. La conjugación es rara, sólo produce diploides parciales y no está asociada con la reproducción.	Sexual o asexual Muchas variaciones entre ellas la gemación la escisión binaria, la extensión de hifas y la esporulación La conjugación es parte del proceso reproductivo y produce diploides

V A I N A S

DEFINICION: Estructuras tubulares huecas y finas que rodean a una cadena de células. Usualmente se encuentran bien ajustadas pero sin estar en contacto íntimo con la cadena de bacilos, por lo que no pueden ser facilmente reconocidas al microscopio. Dado que los bacilos tienen capacidad de salirse, se pueden apreciar regiones vacias en el interior de las vainas, como se muestra enseguida:



DISTRIBUCION: La formación de vainas es una característica que presentan numerosas bacterias filamentosas acuáticas como las pertenecientes a los géneros:

Sphaerotilus	Lieskella
Leptothrix	Phragmidiothrix
Clonothrix	Crenothrix
Haliscomenobacter	

COMPOSICION QUIMICA: Las vainas son químicamente complejas, consisten de un complejo **PROTEINA-POLISACARIDO-LIPIDO** morfológicamente distinto al encontrado en cápsulas y paredes celulares, pero no contienen **ácido murámico.** Considerando la analogía química entre la vaina y la pared celular de bacterias gramnegativas, se han señalado a las vainas como estructuras modificadas de la pared celular.

El análisis químico de las vainas de Sphaerotilus natans después del tratamiento de las suspensiones celulares con Buffer-Tris, EDTA, Lisozima y SDS, ha revelado que está compuesta de un complejo **PROTEINA-POLISACARIDO-LIPIDO**, que en base a peso seco, consiste de:

36% de azúcares reductores
11% de hexosaminas
27% de proteinas
5.2% de lípido
0.5% de fósforo

Como se mencionó anteriormente, no se detectó acido murámico ni ácidos teicoicos.

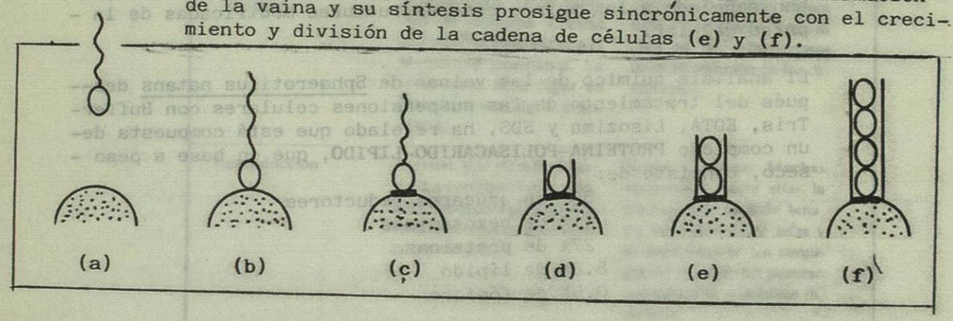
CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES: Las vainas de varias especies de Sphaerotilus y Leptothrix están rodeadas por una capa mucilaginosa involucrada en la acumulación de $Fe(OH)_3$ y oxidación de iones manganosos Esta capa de grosor variable y visible mediante preparaciones -- con tinta china, en S. natans consiste de un polisacárido com--- puesto de Fucosa, Galactosa, Glucosa y Acido Glucurónico, en una relación molar de 1.0 : 0.77 : 0.77 : 0.80 respectivamente. Este polímero es similar a los exopolisacáridos producidos por los -- miembros del genero Klebsiella

En preparaciones no teñidas, las vainas de S. natans muestran -- una superficie lisa, mientras que las de especies de Leptothrix son rugosas.

Algunas bacterias envainadas como S. natans y Leptothrix lopholea unicamente, son capaces de fijarse a superficies sólidas mediante la formacion de apéndices llamados **HOLDFAST** . Otras especies de Leptothrix incapaces de formar holdfast se fijan a plantas -- sumergidas ú otros objetos sólidos mediante el mucílago que en-- vuelve a la vaina.

FORMACION DE LAS VAINAS Y DEL HOLDFAST: Las vainas son construidas probablemente por una excreción sucesiva de dos ó mas capas fibrilares - delgadas . El depósito extracelular de este material se favorece en presencia de glucosa.

En los siguientes diagramas se esquematizan los eventos sucesivos que ocurren durante la formación del Holdfast y la vaina En **(a)** una celula nadadora y un objeto sólido presentes en un medio acuático, **(b)** la célula nadadora se pone en contacto con el objeto sólido a través del polo opuesto al flagelo, **(c)** la célula excreta una sustancia pegajosa que se endurece rapidamente; - este es el **HOLDFAST**, **(d)** a partir de él se inicia la formación - de la vaina y su síntesis prosigue sincrónicamente con el crecimiento y división de la cadena de células **(e)** y **(f)**.

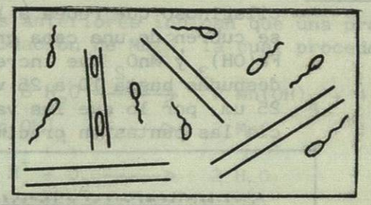


En los medios artificiales comunes, los holdfast raramente se - observan. Las células que se salen de la vaina forman una nueva vaina a una velocidad de 1 a 2 µm/min.

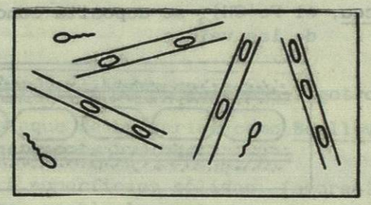
EFECTO DEL MEDIO AMBIENTE SOBRE LA FORMACION DE LAS VAINAS: La composición - del medio de cultivo afecta la producción de vainas; asi, en un medio rico en nutrientes como sería por ejemplo: glucosa 5 gramos y Peptona 5 gramos por litro, Sphaerotilus natans no forma - vaina. El mucílago que envuelve a la vaina se incrementa en grosor cuando el organismo se cultiva en medios con grandes cantidades de peptona, la cual afecta adversamente el crecimiento filamentoso.

TENDENCIA DE LAS CELULAS BACTERIANAS A DEJAR LA VAINA: Esta tendencia depende específicamente de la bacteria. Por ejemplo:

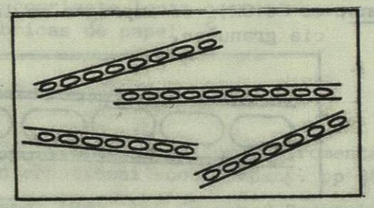
a) **Leptothrix ochracea** contantemente deja la vaina, por lo que es común que - se encuentren vacías numerosas vainas, como se puede - apreciar en el esquema



b) **Sphaerotilus natans:** tiene una menor tendencia a dejar sus vainas, por lo - que éstas muestran espacios vacíos, tal como se ilustra enseguida



c) **Haliscomenobacter**: nunca deja sus vainas

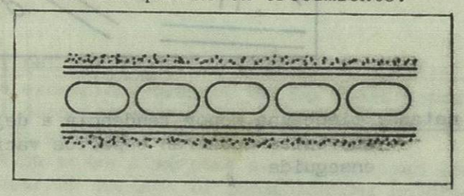


ACUMULACION DE OXIDOS DE FIERRO Y MANGANESO

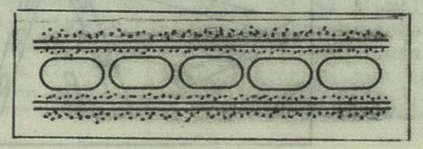
La capacidad para depositar $Fe(OH)_3$ sobre sus vainas, es manifestada por los organismos del grupo Sphaerotilus- Leptothrix ,pero solo las especies del género Leptothrix son capaces de oxidar iones manganosos acumulando MnO_2 , contribuyendo a darles estabilidad a las vainas y a hacerlas más pesadas.

Aunque las vainas de los organismos mencionados acumulan grandes cantidades de $Fe(OH)_3$, no existe una evidencia concluyente que demuestre la capacidad de la bacteria para oxidar al Fe^{+2} a Fe^{+3} , por lo que se asume que al pH donde crecen generalmente estos organismos (pH 6 - 8) ocurre dicha oxidación de origen no biológico.

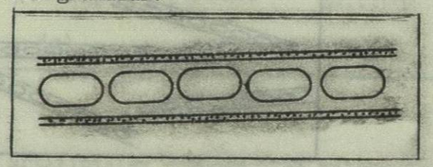
En **Leptothrix discophora**, la acumulación de $Fe(OH)_3$ tiene lugar en el material mucilaginoso que rodea a la vaina, por lo que las vainas se cubren de una capa gruesa, vellosa, café oscura de $Fe(OH)_3$ y MnO_2 que incrementa el diametro de las vainas desnudas hasta 10 a 25 veces, aproximadamente de 20 a 25 um, por lo que las vainas se aprecian adelgazadas hacia las puntas en crecimiento.



En **Leptothrix ochracea**, el $Fe(OH)_3$ se deposita como una capa lisa sobre y dentro de las vainas.



En **Sphaerotilus natans**, el $Fe(OH)_3$ se impregna en las vainas dando una apariencia granular.



Se tiene evidencia de que el depósito de dióxido de manganeso sobre las vainas, se debe a la oxidación biológica de iones manganosos (Mn^{+2}) efectuada por especies del género Leptothrix, ya que la oxidación no biológica ocurre a valores de pH superiores a los óptimos para el crecimiento de dichos organismos.

La oxidación de iones manganosos, depende de la presencia de un compuesto de naturaleza proteica excretado por los organismos, ésta proteina catalítica es liberada por las células y está presente parcialmente en el medio y sobre las vainas, por este motivo el MnO_2 es encontrado fuera de las vainas y aún fuera de las colonias crecidas sobre Agar conteniendo $MnCO_3$. El tratamiento térmico de suspensiones celulares de Leptothrix cholodnii elimina la capacidad de las celulas para oxidar el manganeso, el mismo efecto fué obtenido por la preincubación del cultivo con Pronasa una enzima proteolítica.

Las observaciones anteriores indican que una proteína de naturaleza enzimática cataliza la oxidación de Mn^{+2}, la cual procede presumiblemente como sigue:

$$2\,Mn^{+2} + 8\,H_2O \longrightarrow 2\,Mn(OH)_4 + 4\,e + 8\,H^+$$

$$2\,Mn(OH)_4 \longrightarrow 2\,MnO_2 + 4\,H_2O$$

$$4\,e + 4\,H^+ + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O$$

$$2\,Mn^{+2} + 2\,H_2O + O_2 \longrightarrow 2\,MnO_2 + 4\,H^+$$

La energia liberada de la oxidación del $Mn^{+2} \rightarrow Mn^{+4}$ es muy pequeña y no es utilizable por los organismos capaces de efectuar esta acumulación de MnO_2.

FUNCIONES DE LAS VAINAS

1.-Protección contra la ingestión por organismos fagotróficos como protozoarios.

2.-Protección contra el ataque de bacterias como Bdellovibrio bacteriovorus, la cual es incapaz de penetrar las vainas.

3.-Les permite asociarse a superficies sólidas, favoreciendo así su crecimiento en aguas de flujo lento, particularmente cuando están escasas en nutrientes. Un ejemplo de ello es Sphaerotilus, el cual puede crecer a baja concentración de materia orgánica, ya que los nutrientes son aportados continuamente por el paso del flujo de agua; produciendo a menudo crecimientos filamentosos masivos en arroyos de corriente lenta contaminados con desechos alimenticios o por descargas de fábricas de papel.

BIBLIOGRAFIA:

Gaudy, A. y E. Gaudy. 1981. Microbiology for Enviromental Scientist and Engineer. Mc Graw-Hill International Book Company. pp 365-367.

Mulder, E.G. y M.H. Deinema. 1981. The Sheathed Bacteria. In The Prokaryotes. Edited by Mortimer P. Starr, et al. Volúmen I. pp 425-440.

Van Veen, W.L., E.G. Mulder y M.H. Deinema. 1978. The **Sphaerotilus-Leptothrix** Group of Bacteria. Microbiological Reviews. 42 (2): 329-356.