



Instituto del
Mar del Perú



Universidad Nacional
Agraria, La Molina



Asociación
Latinoamericana
de Investigadores
en Ciencias del
Mar



Deutsche
Gesellschaft für
Technische
Zusammenarbeit
(GTZ) GmbH

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

volumen extraordinario

*Recursos y Dinámica del Ecosistema de
Afloramiento Peruano*

Editores:

Horst Salzwedel y Antonio Landa

*Memorias del 2do Congreso
Latinoamericano sobre Ciencias del Mar
(COLACMAR),
17-21 Agosto de 1987, Lima, Perú*

TOMO I

Callao-Perú 1988

Algas de las Salinas de Huacho, Perú, con Énfasis en *Aphanothece halophytica* FREMY

HAYDEE MONTOYA, CECILIA BARBERENA Y ROBERTO QUESQUEN

Universidad Nacional del Callao, Departamento de Ciencias y Humanidades, Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, Apartado 138, Callao, Perú

RESUMEN

Entre setiembre de 1984 y mayo de 1987 se realizaron siete muestreos de algas en las salinas de Huacho, situada a 110 km al norte de la ciudad de Lima, Perú. Las salinas presentan un rango de salinidad entre 80 y 280‰ NaCl, constituyendo éste un factor primordial en la distribución de la flora algal. Se describen las comunidades algales planctónicas, bentónicas y endolíticas. Se registran doce especies de las clases Cyanophyceae, Prasinophyceae y Chlorophyceae y sus rangos de tolerancia a la salinidad (NaCl). La colonización algal y su variación evidenció su alto grado de adaptación biológica en las salinas de Huacho. El grupo dominante de las cianofitas estuvo tipificado por *Entophysalis major*. *Aphanothece halophytica* presentó dos formas morfológicas relacionadas con el grado de salinidad de los ambientes que colonizó. Se discute la validez del género y se concluye que *A. halophytica* es sinónimo de *Dzensia salina*.

ABSTRACT

Algae from the salinas of Huacho, Peru, with special reference to *Aphanothece halophytica* FREMY. From September 1984 to May 1987, the salinas of Huacho, located about 110 km north of Lima, Perú, were sampled seven times. The salinas have salinities between 80 and 280‰ NaCl, which is a main factor governing algal distribution. Planktonic, benthonic and endolithic algae communities are described. Twelve species of the classes Cyanophyceae, Prasinophyceae and Chlorophyceae were studied and their tolerance ranges to salinity determined. Algal colonization and its variation evidenced a high degree of biological adaptation at the salinas of Huacho. The dominating group, Cyanophytes, was typified by *Entophysalis major*. *Aphanothece halophytica* was found with two morphological forms which were related to the salinity of their environments. The validity of the genus *Aphanothece* is discussed and it is concluded that *A. halophytica* is synonymous with *Dzensia salina*.

INTRODUCCION

Los ecosistemas acuáticos talasohalinos son de amplia distribución en las regiones áridas del mundo. A pesar de las condiciones extremas que presentan, como las altas concentraciones de sal (cloruro de sodio) semejante a pozas altamente salinas de zonas supramareales, albergan diversas comunidades de organismos. En el Perú éstos ambientes tipifican determinadas localidades de la zona desértica costera como son las salinas de Chilca y Huacho en el Departamento de Lima, Caucato en Ica y Virrilá en Piura, las cuales son importantes desde el punto de vista científico y económico. Están presentes principalmente organismos como las algas, consideradas como indicadores biológicos de ambientes salinos que evidencia su alto grado de adaptación y tolerancia a un continuo estrés osmótico y el crustáceo branquiópodo *Artemia*, "camaron de salmuera". Las salinas constituyen fuente de productos químicos como el cloruro de sodio y de algas que producen glicerol y b-caroteno. Sin embargo en nuestro país su estudio es muy limitado y solo se tiene referencias de algunas especies algales y las condiciones físico-químicas de las salinas de Chilca (MALDONADO 1943, ZAPATA 1973, CHACON 1980) y una lista de especies de cianofitas de las salinas de Huacho (MALDONADO 1943).

El presente trabajo se ocupa de las algas existentes en las salinas de Huacho y su rango de tolerancia a la salinidad en ambientes naturales. También se han estudiado aspectos morfológicos y su variación con la influencia de la salinidad en la cianofita *Aphanothece halophytica*.

MATERIAL Y METODOS

Las salinas de Huacho se encuentran aproximadamente a 110 km al norte de la ciudad de Lima, en la provincia de Chancay y aproximadamente 4.5 km del Océano Pacífico, en cuyas orillas se encuentran yacimientos productores de sal (cloruro de sodio). Las salinas de Huacho son consideradas marinas por tener origen marino con la presencia de filtración de agua de mar (MALDONADO 1943).

Luego de un reconocimiento general de los diversos ambientes acuáticos (lagunas, pozas, charcas) de las salinas y sus alrededores, observándose las diferentes comunidades algales que colonizan éstos ambientes, se seleccionaron los cuerpos de agua mayores así como pozas y charcas localizadas a ambos lados de la carretera asentada que conduce al mayor yacimiento salinero del país. Ellos fueron denominados laguna grande del norte, laguna grande del sur y laguna rosada del sur.

Se realizaron siete muestreos: febrero 1987, marzo 1987, mayo 1985 y 1987, agosto 1985, setiembre 1984 y noviembre 1986, durante los cuales se determinaron la temperatura, salinidad (salinómetro y curva estándar para el cloruro de sodio), el pH (papel indicador especial de 6.4 - 8.0) y el oxígeno disuelto (método de MILLER modificado según DeLAPORTE, 1920).

Para la descripción de la flora algal se siguió la metodología de colección de SMITH (1950) y PRESCOTT (1978). Para las algas endolíticas se obtuvieron fragmentos de terreno aledaño a los ambientes acuáticos. Las muestras frescas fueron llevadas directamente al laboratorio. Parte de cada una de las muestras colectadas fueron fijadas y preservadas en formalina al 5% o en una solución de Lugol que permite la visualización de flagelos y favorece la sedimentación. La aplicación de anilina azul al 1% facilitó el reconocimiento de determinadas estructuras algales (LIND, 1979; GUILLARD, 1973). El sistema de clasificación seguido fue el de GEITLER (1932), ROUND (1971) y PRESCOTT (1978).

RESULTADOS Y DISCUSION

Area de Estudio

Las salinas de Huacho están constituidas por lagunas de dimensiones y aspectos variados, pozas superficiales y charcas; la mayoría de ellas de 0.5 a 1.5 m de profundidad. La laguna grande del norte y la del sur mantienen el nivel del agua en forma más o menos constante durante el año. La más pequeña, laguna rosada del sur, y las pozas y charcas, experimentan un descenso en el nivel del agua por evaporación, llegando en algunos casos hasta su desecación completa.

El suelo que rodea a las lagunas es de aspecto calcáreo-arenoso, las capas superficiales son de color blanco plomizo, pardo claro y blanco rosáceo. En algunas zonas el suelo es blando, reconociéndose grietas o fisuras. El fondo de las lagunas es variable. Se presentan sustratos lodosos de color negruzco o violáceos de olor a sulfuros, sustratos arenosos y sustratos duros de aspecto calcáreo y color blanquecino haciendo contraste con los tonos rosáceos en lagunas de altas salinidades.

Las salinidades oscilaron entre 80 y 280 ‰ (1.8 - 6.4 mol NaCl). Las lagunas grande del norte y del sur tuvieron salinidades entre 90 y 190 ‰ y 110 - 120 ‰ respectivamente. La laguna rosada del sur de aguas hipersalinas y transparentes, con un rango de salinidad de 220 - 280 ‰, fue denominada así por la tonalidad del sustrato de fondo de aspecto estratificado. BAAS BECKING (1931) atribuye ésta coloración en lagos salinos a los óxidos férricos o hidróxidos. Según BROWN (1976) ésta coloración también puede ser debida a la presencia de microorganismos (algas y bacterias halotolerantes o estremadamente halófilos).

La temperatura varió entre 22 y 34 °C. El pH entre 6.8 y 8.0. La concentración de oxígeno disuelto más baja determinada fue de 2.43 mg/l (260 ‰, 32 °C), la más alta fue de 6.0 mg/l (170 ‰, 25.5 °C). Además de las algas estudiadas se reconocieron diatomeas (Bacillariophyceae), protozoarios (*Stentor*), bacterias, el branquiópodo *Artemia* y larvas de insectos colonizando la mayoría de los ambientes.

Flora algal y su tolerancia a la salinidad

En las salinas de Huacho se reconocieron doce especies, siendo dominantes las cianofitas. Los nombres de las especies, clasificación y sus rangos de tolerancia a la salinidad son presentados en la tabla 1. Las especies *Entophysalis major*, *Aphanothece halophytica*, *Synechococcus aeruginosus*, *Oscillatoria chlorina*, *O. amphibia*, *Dunaliella salina*, y *D. viridis* demostraron ser verdaderos halófilos con un rango de tolerancia de 80 - 280 ‰ NaCl.

La mayoría de las especies halladas demostraron buen crecimiento evidenciado por la formación de floraciones algales naturales puras o mixtas. Las comunidades algales formadas por ellas, sus características y algunas observaciones de importancia ecológica, son resumidas en la tabla 2.

MALDONADO (1943) cita seis especies de cianofitas para las salinas de Huacho, no habiendo sido registradas por nosotros las siguientes: *Oscillatoria tenuis*, *Anacystis elabens* y *Entophysalis granulosa*.

HOF y FREMY (1933) clasificaron las algas salinas en halotolerantes no crecen pero sobreviven en aguas con salinidades mayores de 3 mol NaCl ó 175.5 ‰ y halófilas, o verdaderas halófilas (crecen y se reproducen a concentraciones mayores de 3 mol NaCl). Siguiendo esta clasificación, dentro de las especies estudiadas de las salinas de Huacho se pueden considerar halófilas a *Entophysalis major*, *Aphanothece halophytica*, *Synechococcus aeruginosus*, *Oscillatoria chlorina*, *Oscillatoria amphibia*, *Dunaliella salina*, y *D. viridis*.

TABLA 1. Especies de algas estudiadas en las salinas de Huacho, Perú y sus grados de adaptación por los rangos de tolerancia a la salinidad en sus ambientes acuáticos.

Taxa	Salinidad (‰ NaCl)
CYANOPHYCEAE	
Chroococcales	
Chroococcaceae	
<i>Aphanothece halophytica</i> FREMY	91 - 280
<i>Aphanocapsa littoralis</i> HANSGIRG	90 - 110
<i>Synechococcus aeruginosus</i> NAEGELI	87 - 200
Entophysalidaceae	
<i>Entophysalis major</i> Ercegovic	95 - 190
Chamaesiphonales	
Pleurocapsaceae	
<i>Pleurocapsa fuliginosa</i> HAUCK	125 - 130
Oscillatoriales	
Oscillatoriaceae	
<i>Oscillatoria chlorina</i> KUETZING	87 - 280
<i>Oscillatoria amphibia</i> AGARDH	90 - 280
<i>Spirulina subsalsa</i> OERSTED	87 - 130
CHLOROPHYCEAE	
Volvocales	
Dunaliellaceae	
<i>Dunaliella salina</i> TEODORESCO	220 - 280
<i>Dunaliella viridis</i> TEODORESCO	80 - 280
Ulvales	
Ulveaceae	
<i>Enteromorpha</i> sp.	95 - 110
PRASINOPHYCEAE	
Prasinocladales	
Tetraselmiaceae	
<i>Tetraselmis</i> sp.	88 - 137

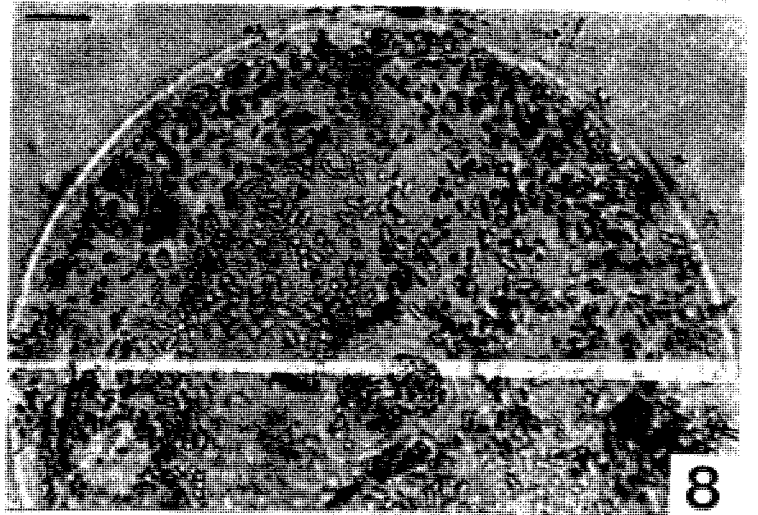
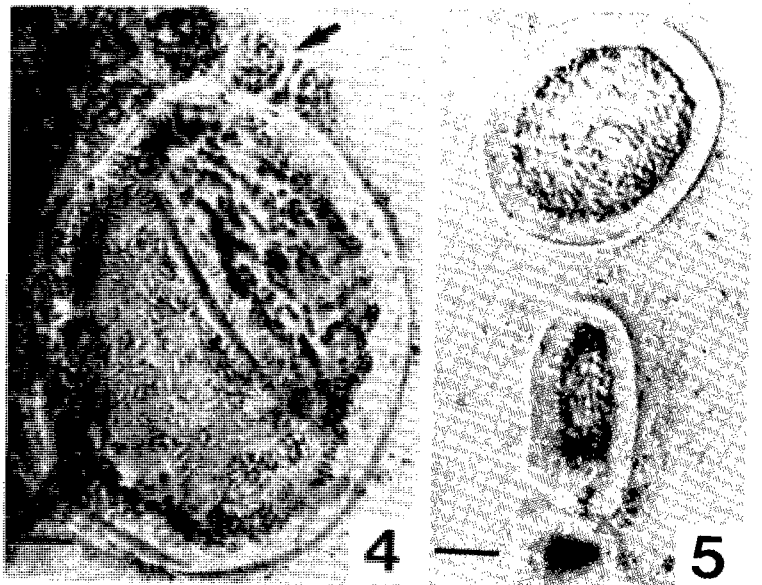
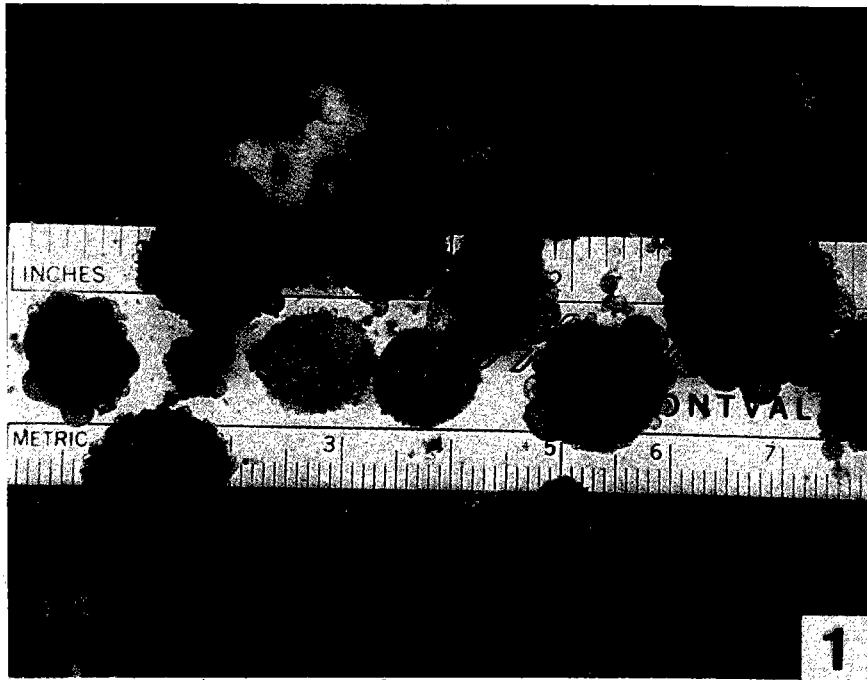
FOGG *et al.* (1973), basándose en HOF y FREMY (1933) consideraron a *Spirulina subsalsa* como especie halofílica. Sin embargo en las salinas de Huacho, *S. subsalsa* sólo fue hallada en ambientes acuáticos con salinidades de hasta 130 ‰ (2.9 mol NaCl).

BROCK (1976) consideró a *Aphanothece halophytica* como halófila obligada, incapaz de crecer en medios sin grandes cantidades de NaCl, hecho que fue corroborado por YOPP *et al.* (1978) quienes demostraron la incapacidad de *A. halophytica* de crecer en cultivos con una concentración menor de 1 mol de NaCl. Para BOROWITZKA (1981) *A. halophytica* requiere un mínimo de 30 ‰ de NaCl (0.6 mol) para preservar su integridad celular. En las salinas de Huacho *A. halophytica* no coloniza ambientes acuáticos con salinades menores de 91 ‰ (2.1 mol NaCl) por lo cual se corrobora lo estipulado por BROCK (1976) y YOPP *et al.* (1978).

Aphanothece halophytica

Aphanothece halophytica FREMY es una especie anual que florece principalmente en verano en las salinas de Huacho. A continuación se presenta su descripción morfológica (Lam. I. Figs. 1-8).

Talo macroscópico de hasta 3.5 cm de diámetro, de coloración azul verdosa, anaranjada, verde amarillenta, verde parduzca o verde violácea. Formado por colonias esféricas, ovoides, lobuladas u amorfas, constituidas por células elipsoidales elongadas u ovoides, de extremos redondeados, de 2.5 - 5.0 µm de diámetro por 3.2 - 15.5 µm de longitud, distribuidas en su mayoría perifericamente y embebidas en un denso mucílago incoloro. Protoplasto celular granulado homogéneo, azul verdoso. División celular transversal en un solo plano frecuentemente. Las colonias adultas exhiben una densa proliferación superficial de colonias hijas en diferentes grados de desarrollo con formas y dimensiones variables, superpuestas en diferentes planos y algunas compresas entre sí, hasta llegar a independizarse en forma gradual posteriormente.



Aphanothece halophytica



Lámina I: *Aphanothece halophytica*

Fig. 1. Comunidad bentónica en poza (91 - 93 ‰ NaCl) de orilla de laguna grande del norte: Colonias en diferentes estados de desarrollo.

Fig. 2. Comunidad bentónica de Laguna Rosada del Sur (220 - 280 ‰ NaCl): floración algal mixta con talo colonial azul verdoso, irregular, constituido principalmente por *A. halophytica* y tricomas de *Oscillatoria chlorina*. Formación rosácea de talo palmeloide de *Dunaliella salina*, *D. viridis* y *D. detritus*.

Fig. 3. Densa proliferación de colonias de diversas formas y estados de desarrollo en la superficie de colonia adulta. *A. halophytica* de ambientes de 91 - 125 ‰ NaCl (barra = 50 µm).

Fig. 4. Colonias esféricas en formación en periferie, la mayor con gran cantidad de células distribuidas en la periferie. Parte superior con colonia pequeña en crecimiento. *A. halophytica* de ambientes de 91 - 125 ‰ NaCl (barra = 50 µm).

Fig. 5. Liberación de colonias hijas formadas en periferie de colonia adulta. *A. halophytica* de ambientes de 91 - 125 ‰ NaCl (barra = 50 µm).

Fig. 6. Porción de superficie colonial adulta con formación de colonia: migración celular y segregación de mucílago colonial (invaginación). *A. halophytica* de ambientes de 91 - 125 ‰ NaCl (barra = 50 µm)

Fig. 7. Células vegetativas embebidas en mucílago colonial. *A. halophytica* de ambientes de 91 - 125 ‰ NaCl (barra = 50 µm)

Fig. 8. Colonia adulta con reorganización en distribución celular central con secreción de mucílago alrededor para formación de colonias (endógenas). *A. halophytica* de ambientes de 91 - 125 ‰ NaCl (barra = 50 µm)

TABLA 2. Comunidades algales de las salinas de Huacho, Perú.

Especies halladas	Características	Observaciones
PLANCTONICA		
<i>Tetraselmis</i> sp.	Masas algales	También origina masas
<i>Dunaliella viridis</i>	suspendidas, películas	sumergidas densas por
<i>Synechococcus</i>	superficiales o natas	migración. Comunidad
<i>aeruginosus</i>	densas o esponjosas,	algal desplazada por
	verdosas o verde	viento de pozas aledañas
	amarillentas que pueden	de pozas aledañas a
	diseminarse.	laguna Grande del
		Norte y Sur
<i>Spirulina subsalsa</i>	Natas flotantes y	En pozas de orilla de
<i>Synechococcus</i>	sumergidas, algunas	Lagunas Grande del
<i>aeruginosus</i>	veces esponjosas, pardo	Norte y Sur.
<i>Aphanocapsa litoralis</i>	doradas, pardo	
<i>Oscillatoria chlorina</i>	amarillentas, pardo	
Diatomeas	verdosas o pardo	
	oscuras.	
<i>Enteromorpha</i> sp.	Masas flotantes y	Con epifitos como
	sumergidas, verde	Entophysalis major. En
	brillantes u oscuros.	charcas aledañas a
	También con talos	laguna Grande del
	blanqueados por	Norte
	exposición al sol. Talo	
	cilíndrico, rugoso y	
	contorneado	
ENDOLITICA		
<i>Entophysalis major</i>	Comunidad	Debajo de superficie
<i>Oscillatoria chlorina</i>	criptoendolítica	del terreno colonizando
<i>Oscillatoria amphibia</i>	casmolítica, forma	espacios pre-existentes
	banda azul verdosa	del terreno
	siguiendo el perfil de la	(fisuras, grietas,
	superficie del terreno o	cavidades estructurales).
	se presentan diseminadas	
	en el terreno húmedo	
	(cristales de sal).	

TABLA 2. Continuoado

Especies halladas	Características	Observaciones
BENTONICA		
<i>Aphanothece halophytica</i> <i>Oscillatoria chlorina</i> <i>Spirulina subsalsa</i> <i>Tetraselmis</i> sp. Bacterias violáceas	Comunidad dominante como masas aisladas o formando manto esponjoso mucilaginoso (colonias macroscópicas confluentes), verde azulado, verde naranja, verde amarillento o verde violáceo o verde parduzco.	También pueden flotar en pozas de orilla de lagunas Grande del Norte y Sur.
<i>Aphanothece halophytica</i> <i>Dunaliella salina</i> <i>Dunaliella viridis</i> <i>Oscillatoria chlorina</i> Bacterias	Talo formando capas membranosas en cobijos del sustrato (no expuestos directamente a la luz) y talos grumosos de tonalidad rosáceas. Generalmente rosado ladrillo en la superficie y verde azulado en su interior.	Comunidad fácilmente desprendible del sustrato de fondo. <i>D. salina</i> y <i>D. viridis</i> en estado palmeloide. En pozas de alta salinidad del lado norte y Laguna Rosada del Sur.
<i>Spirulina subsalsa</i> <i>Oscillatoria chlorina</i> <i>Oscillatoria amphibia</i> <i>Synechococcus aeruginosus</i> <i>Aphanocapsa littoralis</i> Diatomeas Bacterias sulfurosas	Nata laminar gelatinosa, esponjosa, azul verde oscuro, verde parduzco o verde amarillento tapizando sustrato fangoso. Capa subárea costrosa oscura por desecación.	Orilla de Laguna Grande del Norte y pozas aledañas.
<i>Entophysalis major</i>	Manto crustáceo, aspecto de montículos verrucosos (almohadillas), verde azulado oscuro o verde parduzco. Comunidad aérea por desecación adquiere tonalidad parda negruzca.	Comunidad dominante en Las Salinas: Laguna Grande del Norte y Sur, pozas y charcas aledañas. Asociada con <i>Artemia</i> a 100 - 105 ‰ (23 - 24.4 mol NaCl).
<i>Oscillatoria chlorina</i> Bacterias sulfurosas	Nata o manto gelatinosa verde azulada palido o verde plumizo. Coloniza comunidad de <i>E. major</i> desplazándola.	Pozas aledañas a Laguna Grande del Norte, algunas con aspecto lechoso. Asociada con <i>Artemia</i> a 100-155%. (2.3 - 3.5 mol NaCl).
<i>Pleurocapsa fuliginosa</i> <i>Aphanothece halophytica</i> <i>Aphanocapsa littoralis</i> <i>Oscillatoria chlorina</i> <i>Oscillatoria amphibia</i> <i>Spirulina subsalsa</i> Protozoarios, Bacterias	Masas grumosas azul verde, verde plumiza y verde violácea. <i>A. halophytica</i> con individuos jóvenes (colonias pequeñas)	Pozas y charcas aledañas a Laguna Grande del Norte. Asociada con <i>Artemia</i> a 125 ‰ (2.8 mol NaCl).

Debido al alto grado de irregularidad de la superficie colonial mucilaginoso en las colonias adultas se presentan otras algas, bacterias u detritus adheridas al talo. La parte interna de las colonias adultas generalmente son huecas o llenas de líquido. Colonias hijas esféricas, ovoides, triangulares, alargadas u amorfas, formadas a partir de una célula o de un grupo de células de la colonia madre adulta que empiezan a dividirse sucesivamente segregando un denso mucílago alrededor de ellas. De ésta forma la colonia adulta se transforma parcialmente en nuevas colonias individuales. Las colonias hijas formadas a partir de una célula exhiben forma elipsoidal alargada u esférica, de 7.5 - 12.5 μm de diámetro por 20.0 - 22.5 μm de longitud medidas incluyendo el mucílago. Las colonias hijas de 2 células alcanzaron de 12.5 - 20.0 μm de diámetro por 16.2 - 37.5 μm de longitud. Posteriormente las células por medio de divisiones transversales constituyen colonias microscópicas típicas. Estas colonias jóvenes mantienen al comienzo una superficie lisa y casi homogénea hasta que se origina una reorganización interna y periférica del talo que le proporciona un aspecto de mosaico, con zonas o áreas localizadas de células activas en división, que son el inicio de la formación de colonias hijas. Este fenómeno se evidencia por el contorno ondulado de las colonias que pueden presentar proyecciones con evaginación (yemación) y en otros casos el origen de las colonias es como una invaginación. Las colonias adultas pueden formar nuevas colonias cuando alcanzan dimensiones relativamente pequeñas.

Aphanothece halophytica forma parte de las comunidades bentónicas en diferentes formas de apariencia y está asociada principalmente con *Entophysalis major* (especie que la desplaza en otoño e invierno), *Tetraselmis* sp., *Spirulina subsalsa*, *Oscillatoria chlorina*, *Dunaliella. viridis*, *Dunaliella salina*, y *Amphiphora* sp. (Tabla 2).

Aphanothece halophytica fue hallada en ambientes hipersalinos (laguna rosada del sur) de 220 - 280 ‰ (5.0 - 6.4 mol NaCl) y en ambientes menos salinos de 91-125 ‰ (2.1 - 2.8 mol NaCl), donde se presentaron variaciones en el talo reconociéndose dos estados morfológicos diferentes relacionados con la salinidad (Tabla 3).

BROCK (1976) indicó la incapacidad de la cepa unicelular de *A. halophytica* (Gran Lago Salado) para competir con *Dunaliella salina* en concentraciones de cloruro de sodio cercanas a la saturación. Por el contrario nuestras observaciones en la laguna rosada del sur revelaron la habilidad de *A. halophytica* de coexistir y competir con las algas verdes biflageladas *D. salina* y *D. viridis*.

Poblaciones de *A. halophytica* de variadas dimensiones han sido registradas en variados habitats salinos mundialmente. HOF y FREMY (1933) la reportaron para el lago Searles en California, CAROZZI (1962) y BROCK (1976) para el Gran Lago Salado de Utah, TINDALL *et al.* (1978) y YOPP *et al.* (1978) para lagunas salinas en Redwood, TINDALL *et al.* (1978) y YOPP *et al.* (1978) para lagunas salinas en Redwood, California, GOLUBIC (1980) para lagunas hipersalinas (Yallah) en Jamaica y el Lago Solar en la Península del Sinai, Israel y BOROWITZKA (1981) para lagos salinos (Bajool, Queensland y Port Hedland) del oeste de Australia.

La capacidad de *A. halophytica* de adaptarse a ambientes de diferentes salinidades, su variabilidad morfológica y descripciones incompletas de la especie han originado confusión respecto al género *Aphanothece* Naegeli. A continuación se resume las versiones de otros autores, expone nuestras observaciones y se consolida nuestra opinión de que el género *Aphanothece* es válido para la especie. HOF y FREMY (1933) en su descripción original de la especie *A. halophytica*:

- no consideran la presencia de un estado colonial definido (capa algal),
- reportan como tamaño celular: 3 - 4 μm de diámetro y (5) 10 - 16 (21) μm de longitud,
- consideran a *A. halophytica* y *Dzensia salina* WORONICHIN como dos especies diferentes, porque *D. salina* forma colonias definidas (esférica u oval) y cadenas celulares con estuches tubulares en colonias viejas. Mientras que para *A. halophytica* registraron una capa algal indefinida.
- sugieren que *A. halophytica* puede ser una forma peculiar estacionaria de *Aphanocapsa littoralis* HANSGIRG y que debido al pleomorfismo celular es difícil distinguir *Aphanocapsa* NAEGELI de *Aphanothece* NAEGELI.

DROUET (1968) consideró que *A. halophytica*, *Aphanocapsa halophytica* y *Dzensia salina* como sinónimos de *Coccochloris elabens* DROUET et DAILY.

De nuestras observaciones en las salinas de Huacho la presencia de dos estados morfológicos en *Aphanothece halophytica* relacionados con la gradiente de salinidad de los habitantes colonizados evidenció su variabilidad específica (Tabla 3) y confirma la sinonimia de *Dzensia salina* y *A. halophytica* por la presencia de caracteres comunes para ambas especies.

TABLA 3. Principales diferencias de las dos formas y habitats de la cianofita *Aphanothece halophytica* FREMY en ambientes acuáticos de diferentes salinidades de las salinas de Huacho, Perú.

AMBIENTES HIPERSALINOS (220 - 280 ‰ NaCl)	AMBIENTES MENOS SALINOS (91 - 125 ‰ NaCl)
Talo colonial de forma irregular u alargada lobulada y contorno ondulado, crustáceo, membranoso mucilaginoso, rugoso, de hasta 1 cm de diámetro (Fig. 2).	Colonias muy desarrolladas, típicamente esféricas, subesféricas u ovoides, de hasta 3.5 cm de diámetro (Fig. 1).
Células ovoides, elongadas u elipsoidales, aisladas o dispuestas densamente en grupos celulares y conformando agregados dentro de un tenue mucílago común. Grupos celulares dentro de la colonia con escaso mucílago, ellos se disgregan por divisiones consecutivas originando agregados. Células distribuidas en hileras orientadas por sus polos uniéndose laxamente y rodeadas de un mucílago individual de hasta 2.5 µm de espesor, conformando pseudofilamentos curvados de 7.5 µm de diámetro.	Células ovoides u elipsoidales, distribuidas casi uniformemente dentro de un mucílago común, abundante y definido, presentándose mucho más densas en la periferie (Fig. 4). No se reconocieron las típicas células en hileras que forman pseudofilamentos. Colonias en estado de reproducción presentan numerosas proliferaciones en nuevas colonias en la periferie de colonia madre (Fig. 3 - 6) También con colonias hijas endógenas (Fig. 8).
Células elongadas alcanzado de 3.2 - 12.5 µm de longitud y 2.5 - 4.5 µm de diámetro.	Células ligeramente más largas, de 7.5 - 15.5 µm de longitud y 4.5 - 5.0 µm de diámetro (Fig. 7).
Talo adherido o entre los cristales de sal petrificados formando parte de comunidad bentónica. Comunidad entre cobijos del sustrato fácilmente desprendible constituyendo masas mucilaginosas flotantes azul verdosas.	Talo libre planctónica en capas superficiales y sumergida formando comunidades bentónicas que en algunos casos colonizan en forman dominante los habitats. Puede presentarse asociado con <i>O. chlorina</i> sin modificar su morfología definida.
Talo aislado o asociado con <i>Oscillatoria chlorina</i> , formando masas algales de mayores dimensiones (Fig. 2).	

RIPPKA *et al.* (1979) reclasificaron a *Aphanothece halophytica* (cepa del Lago Solar) en el género *Synechococcus* NAEGELI en base a su morfología y desarrollo en cultivos con crecimiento activo donde se presentó en estado unicelular, con células ovoides o cilíndricas, aisladas o en pares en cadenas cortas, carentes de estuche y fisión binaria en un solo plano (transversal). NAEGELI (1849) propuso el género *Aphanothece* para los organismos como *Synechococcus* que desarrollan como agregados irregulares unidos por una capa mucilaginososa común. Aunque muchas cepas producen cantidades considerables de mucílago extracelular en cultivo, ninguna desarrolla en forma de agregados. De nuestras observaciones concluimos que *A. halophytica* es una especie con características bien diferenciadas a las de *Synechococcus* en las salinas de Huacho.

YOPP *et al.*, (1978) demostraron que el tamaño de las células de *Aphanothece halophytica* varía con la salinidad y reportan para las células en cultivo, dimensiones de 4 x 2 µm en cultivos con 1 - 3 mol NaCl y de 10 x 3 µm en concentraciones iguales o menores a 4 mol NaCl. BOROWITZKA (1981) registró para *A. halophytica* células embebidas en mucílago irregular con 6 - 9 x 5 µm de tamaño y reporta para cultivos dimensiones celulares muy variables con un rango de 2-10 µm de longitud. Las dimensiones citadas son menores que las halladas en las salinas de Huacho para ésta especie (Tabla 3).

BROCK (1976) reportó como salinidad óptima para el crecimiento de *Aphanothece halophytica* aproximadamente 16 ‰ p/v de NaCl (2.7 mol). TINDALL *et al.* (1978) reportan una concentración de 2 mol NaCl como salinidad óptima de *A. halophytica* aislada de habitat hipersalinos de 25 ‰ NaCl (5.7 mol) y BOROWITZKA (1981) determinó la salinidad óptima de 60-120 ‰ NaCl (1.3 - 2.7 mol) para ésta especie.

Las células de *A. halophytica* de las salinas de Huacho de ambientes de 91 - 125‰ (2.1 - 2.8 mol NaCl) fueron las de mejor tamaño colonial, que puede atribuirse a las condiciones de salinidad más adecuadas para la especie.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao por las facilidades brindadas para el desarrollo de esta investigación, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) por el financiamiento parcial del presente trabajo y al Centro Experimental Tecnológico (CET) de la Universidad Nacional del Callao por la movilidad para el trabajo de campo. A los colegas Alfredo Olivera y Maritza Zapata, agradecemos su colaboración en los trabajos de campo y de laboratorio.

REFERENCIAS

- BAAS BECKING, L., 1931. Historical notes on salt and salt manufacture. *Sci. Monthly*. 32: 434 - 446.
- BROCK, T., 1976. Halophilic blue-green algae, *Arch. Microbiol.*, 107 - 109 - 111.
- BOROWITZKA, L., 1981. The microflora. Adaptations to life in extremely saline lakes. *Hydrobiol.* 81: 33 - 46.
- BROWN, A., 1976. Microbial water stress. *Bact. Rev.* 40: 803 - 846.
- CAROZZI, A., 1962. Observations on algal biostromes in the Great Salt Lake. *Utah. J. Geol.* 70: 247 - 252.
- CHACON, G. 1980. *Chlorella peruviana* sp. nov. y su ambiente altamente salino. *Bol Soc Per. Bot.* 8 (1-2): 83 - 96.
- DeLAPORTE, A., 1920. Sewage and water. *Div. Sanit. Eng. Prov. Bd. Health Ontario Bull.* 7.
- DROUET, F., 1968. Revision of the classification of the Oscillatoriaceae. *Acad. Nat. Sc. Philadelphia. Monograph* 15. Fulton Press. Inc. Pennsylvania: 370 pp. 131 pls.
- FOGG, G., W. STEWART, P. FAY y E. WALSBY, 1973. The blue green algae. *Acad. Press, London*: 459 pp.
- GEITLER, L., 1932. Cyanophyceae. *En: L. Rabenhorst (ed.), Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. Akad. Verlagsges. Leipzig.* 14: 1196 pp.
- GOLUBIC, S., 1980. Halophily and halotolerance in Cyanophytes. *Origins of life* 10: 169 - 183.
- GUILLARD, R. R. L. 1973. Methods for microflagellates and nannoplankton. *En: J. R. Stein (ed.) Handbook of Phycological methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge Univ. Press, London*: 69 - 85.
- HOF, T. y P. FREMY. 1933. On myxophyceae living in strong brines. *Recl. Trav. Bot. Neerl.* 30: 140 - 162.
- LIND, O. T. 1979. *Handbook of common methods in Limnology* 2nd. ed. C.V. Mosby Co, U.S.: 199 pp.
- MALDONADO, A., 1943. Las lagunas de Boza, Chilca y Huacachina y los Gramadales de la Costa del Perú. *Reimp. Act. Trab.* 2do. Congreso Per. Química. Lima: 143 pp.
- MILLER, J., 1914. A. Field method for determining dissolved oxygen in water. *J. Soc. Chem. Ind.* 33: 185-186.
- NAEGELI, C., 1849. Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet. *Neue. Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft fur die gesamten Naturwissenschaften* 8: 44 - 60.
- PRESCOTT, G., 1978. *How to know the freshwater algae.* W. C. Brown Co. Publishers, Iowa: 293 pp.
- RIPPKA, R., J. DERUELLES, J. WATERBURY, M. HERDMAN y R. STAINER, 1979. Generic assignments, strain histories and properties of pure culture of cyanobacteria. *J. Gen Microbiol.* 111: 1 - 61.
- ROUND, F. E. 1971. The taxonomy of the Chlorophyta II. *Br. Phycol. J.* 6 (2): 235 - 264.
- SMITH, G., 1950. *The freshwater algae of the United States.* 2nd. ed. Mc. Graw Hill Book co., New York: 719 pp.
- TINDALL, D., J. YOPP, D. MILLER y W. SCHMID, 1978. Physico Chemical parameters governing the growth of *Aphanothece halophytica* (Chroococcales) in hypersaline media. *Phycologia* 17 (2): 179 - 185.
- YOPP, J., D. TINDALL, D. MILLER y W. SCHMID, 1978. Isolation, purification and evidence for halophilic nature of the blue-green alga *Aphanothece halophytica* Frey (Chroococcales). *Phycologia* 17 (2): 172 - 178.
- ZAPATA, R. 1973. Aguas minerales del Perú. Servicio de Biología y Minería. Estudios especiales N° 1 - 2. Ministerio de Energía y Minas. Folleto sin páginas numeradas.