



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



TESIS

CONSUMO INDISCRIMINADO DE DIATOMEAS
POR JUVENILES DE ABULÓN
(*Haliotis* spp. Linné 1740)

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS MARINAS

PRESENTA

URI ARGUMEDO HERNÁNDEZ

LA PAZ B.C.S., JUNIO DE 2009



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 12 del mes de Mayo del 2009 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"CONSUMO INDISCRIMINADO DE DIATOMEAS POR JUVENILES DE ABULÓN
(*Haliotis* spp. LINNÉ 1740) DEL NW MEXICANO"

Presentada por el alumno:

ARGUMEDO
Apellido paterno

HERNÁNDEZ
materno

URI
nombre(s)

Con registro:

B	0	5	1	2	0	2
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL


DR. DAVID ALFARÓ SIQUEIROS BELTRONES

PRESIDENTE


DRA. CHRISTINE JOHANNA BAND SCHMIDT

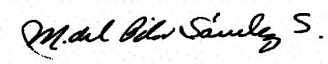
SECRETARIO


DR. GERARDO ACEVES MEDINA

SEGUNDO VOCAL


DRA. ELISA SERWERE ZARAGOZA

TERCER VOCAL

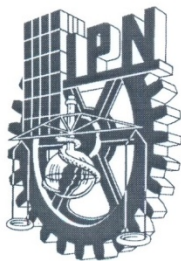

DRA. M. PILAR SÁNCHEZ SAAVEDRA

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



IPN
CICIMAR
DIRECCION



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 12 del mes Mayo del año 2009, el (la) que suscribe MC. URI ARGUMEDO HERNÁNDEZ alumno(a) del

Programa de DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS

con número de registro B051202 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. DAVID ALFARO SIQUEIROS BELTRONES y cede los derechos del trabajo titulado:

"CONSUMO INDISCRIMINADO DE DIATOMEAS POR JUVENILES DE ABULÓN

(*Halotis* spp. LINNÉ 1740) DEL NW MEXICANO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: uhrhi@hotmail.com dsiquei@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

MC. URI ARGUMEDO HERNÁNDEZ

nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por la beca otorgada, para la realización de mis estudios de doctorado. Al Programa Institucional de Formación a Investigadores, como parte de los proyectos SIP-20080010 y SIP-20050069 del Instituto Politécnico Nacional.

A mi director de tesis Dr. David A. Siqueiros Beltrones y a los miembros de la comisión revisora de tesis Dra. Elisa Serviere Zaragoza, Dra. M. Pilar Sánchez Saavedra, Dra. Christine Johanna Band Schmidt, Dr. Gerardo Aceves Medina y Dr. Marcial Arellano Martínez, por las sugerencias hechas a la tesis.

A Humberto Ceseña del departamento de servicios escolares y al subdirector académico del CICIMAR-IPN, Dr. Sergio Hernández Trujillo por el apoyo brindado.

A la Sociedad Cooperativa Bahía Tortugas por las facilidades otorgadas en la recolecta de juveniles de abulón tanto en el laboratorio de producción de semilla como en el campo.

Al grupo de trabajo de la Dra. Pilar Sánchez Saavedra por el apoyo con el cultivo *in vitro* experimental en el Departamento de Acuicultura del CICESE.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
GLOSARIO	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	3
Dieta natural de Haliotis spp.	3
Macroalgas.....	3
Diatomeas.	9
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS PARTICULARES	12
Hábitat del abulón.	12
Laboratorio de producción de semilla de abulón.....	12
Cultivo in vitro experimental.	12
HIPÓTESIS (H0).....	13
MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
Hábitat del abulón.	13
Área de estudio.	13
Trabajo de campo.....	13
Laboratorio de producción de semilla de abulón.....	14
Trabajo de campo.....	14
Trabajo de laboratorio.	15
Cultivo in vitro experimental.	15
Trabajo de campo.....	15
Trabajo de laboratorio.	16
Procesamiento de muestras.	19
Disección de organismos.	19
Oxidación de la materia orgánica.	20
Identificación de la flora diatomológica.....	20
Análisis de la estructura de las asociaciones de diatomeas.....	20
Componentes acumulativos.	21

RESULTADOS.....	21
Componentes acumulativos.....	21
Estructura de la asociación de diatomeas.....	24
Hábitat del abulón.....	24
Laboratorio de producción de semilla de abulón.....	30
Cultivo in vitro experimental.....	37
Diatomeas presentes en las heces.....	44
Comparación entre localidades y especies de abulón.....	46
DISCUSIÓN.....	54
Hábitat del abulón.....	55
Laboratorio de producción de semilla de abulón.....	58
Cultivo in vitro experimental.....	61
Cultivo de heces.....	63
Discusión general.....	64
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES	67
LITERATURA CITADA.....	68
APÉNDICE 1.....	75
APÉNDICE 2.....	82
APÉNDICE 3.....	88
APÉNDICE 4.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del sitio de recolecta de los juveniles de abulón azul.....	13
Figura 2. Número de diatomeas nuevas acumuladas en el contenido estomacal de juveniles de abulón azul examinados (Clam Bay).	22
Figura 3. Número de diatomeas nuevas acumuladas en el contenido estomacal de juveniles de abulón azul (Laboratorio de producción de semilla Bahía Tortugas).	23
Figura 4. Número de diatomeas nuevas acumuladas en el contenido estomacal de juveniles de abulón rojo cultivados <i>in vitro</i>	23
Figura 5. Similitud de Bray-Curtis entre contenidos estomacales con todos los organismos. El número final de la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.....	27
Figura 6. Similitud de Jaccard entre contenidos estomacales con todos los organismos. El número final de la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.	28
Figura 7. Similitud de Bray-Curtis con los juveniles y roca recolectados en junio 2004. El número en la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.	29
Figura 8. Similitud de Jaccard con los juveniles y roca recolectados en junio 2004. El número en la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.	29
Figura 9. Similitud de Bray-Curtis de las tres fechas de muestreo, de la asociación de diatomeas en los estanques de cultivo.	33
Figura 10. Similitud de Jaccard de las tres fechas de muestreo, de la asociación de diatomeas en los estanques de cultivo.	33
Figura 11. Similitud de Bray-Curtis de los contenidos estomacales de abulón azul para las tres fechas de muestreo. El número al final de la etiqueta indica la talla en mm de los organismos examinados.	34
Figura 12. Similitud de Jaccard de los contenidos estomacales para las tres fechas. El número de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los juveniles en cada muestra compuesta.	35
Figura 13. Similitud de Bray-Curtis de los contenidos estomacales para las tres fechas y los raspados de los estanques. El número de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los juveniles en cada muestra compuesta.	36

Figura 14. Similitud de Jaccard de contenidos estomacales de abulón azul para las tres fechas de muestreo y los raspados de los estanques. El número de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los juveniles en cada muestra compuesta.....	37
Figura 15. Similitud de Bray Curtis de los contenidos estomacales de abulón rojo. En las etiquetas la letra indica el estanque.	41
Figura 16. Similitud de Jaccard de los contenidos estomacales de abulón rojo. En las etiquetas la letra indica el estanque.	42
Figura 17. Similitud de Bray-Curtis entre los contenidos estomacales (CI) de abulón rojo y los raspados de los estanques (TA, TB, TC, TD y TE).....	43
Figura 18. Similitud de Jaccard entre los contenidos estomacales (CI) de abulón rojo y los raspados de los estanques (TA, TB, TC, TD y TE).	44
Figura 19. Similitud de Bray-Curtis de las heces de abulón rojo. En las etiquetas: la letra indica el estanque y el número si era de la primera, segunda o tercer fecha de recolecta.	45
Figura 20. Similitud de Jaccard de las heces de abulón rojo. En las etiquetas: la letra mayúscula indica el estanque y el número final, si se trataba de la primera, segunda o tercer fecha.....	45
Figura 21. Similitud de Bray Curtis de contenidos estomacales de abulón azul del laboratorio de producción de semilla (BT) y Clam Bay (CB), y de abulón rojo del cultivo <i>in vitro</i> (EC). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.	47
Figura 22. Similitud de Jaccard del contenido estomacal de abulón azul del laboratorio de producción de semilla (BT) y Clam Bay (CB), y de abulón rojo del cultivo <i>in vitro</i> (EC). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.....	48
Figura 23. Similitud de Bray Curtis del contenido estomacal de abulón azul recolectados en el laboratorio de producción de semilla (BT) y Clam Bay (CB). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.	48
Figura 24. Similitud de Jaccard del contenido estomacal de abulón azul del laboratorio de producción de semilla (BT) y Clam Bay (CB). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.	49
Figura 25. Similitud de Bray-Curtis de contenidos estomacales de abulón azul de Clam-Bay (CB) y abulón rojo del cultivo <i>in vitro</i> (EC). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.....	50

Figura 26. Similitud de Jaccard del contenido estomacal de abulón azul de Clam-Bay (CB) y rojo del ensayo (EC). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.	51
Figura 27. Similitud de Bray-Curtis de contenidos estomacales de abulón azul recolectados en el laboratorio de producción de semilla (BT) y abulón rojo del cultivo <i>in vitro</i> (EC) por estanque (A,B,C). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.	52
Figura 28. Similitud de Jaccard de contenidos estomacales de abulón azul recolectados en el laboratorio de producción de semilla (BT) y abulón rojo del cultivo <i>in vitro</i> (EC) por estanque (A,B,C). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fechas de recolectas de juveniles de abulón azul, organismos por muestra, talla promedio y alimento suministrado; Mp: <i>Macrocystis pyrifera</i>	15
Tabla 2. Ubicación de los juveniles de <i>Haliotis fulgens</i> (abulón azul) y condiciones de los estanques.	17
Tabla 3. Especies que representan el 80% de la abundancia total en Clam Bay. En negritas los taxa que se encuentran tanto en noviembre de 2003 como en junio de 2004, así como en la roca de junio 2004; O: taxón dominante en cada caso.	25
Tabla 4. Abundancia relativa (A.R.) y acumulada (A.A.) de las diatomeas más abundantes en el contenido estomacal de <i>Haliotis fulgens</i> (abulón azul). En negritas los taxa encontrados en ambas fechas de muestreo.	25
Tabla 5. Talla (mm) de los juveniles, valores de riqueza específica (S), equidad (J'), diversidad (H') y dominancia (λ), de la asociación de diatomeas encontrada en los contenidos estomacales de <i>Haliotis fulgens</i> (abulón azul) y en la roca. En negritas los valores más bajos y altos de diversidad.	26
Tabla 6. Especies que representan el 80% de la abundancia total en los contenidos estomacales (C.E.) de juveniles de <i>Haliotis fulgens</i> (abulón azul) y en las paredes de los estanques. O: taxón dominante. En negritas las especies que se encuentran en los C.E. en las tres fechas.	30
Tabla 7. Abundancia relativa (A.R.) y acumulada (A.A.) de las especies más abundantes de diatomeas en el contenido estomacal de juveniles de <i>Haliotis fulgens</i> (abulón azul).	31
Tabla 8. Talla promedio (mm), número de juveniles de <i>Haliotis fulgens</i> (abulón azul) por muestra (N), valores de riqueza específica (S), equidad (J'), diversidad (H') y dominancia (λ), tanto en contenidos estomacales como en los estanques. Valores más bajos y altos en negritas.	32
Tabla 9. Especies que representaron el 80% de la abundancia total. O: indican el taxón dominante en cada caso. R: raspado, C.E.: contenido estomacal de juveniles de <i>Haliotis rufescens</i> (abulón rojo). Estanque A (juveniles y rocas), B (juveniles y <i>Macrocystis pyrifera</i>), C (juveniles y rocas), D (agua de mar) y E (rocas sin juveniles).	38
Tabla 10. Abundancia relativa (A.R.) y acumulada (A.A.) de los taxa de diatomeas más abundantes en el contenido estomacal de juveniles de <i>Haliotis rufescens</i> (abulón rojo).	39

Tabla 11. Riqueza específica (S), equidad (J'), diversidad (H') y dominancia (λ), de las diatomeas encontradas en contenidos estomacales de juveniles de <i>Haliotis rufescens</i> (abulón rojo), estanques y en la roca.	40
Tabla 12. Abundancias relativa y acumulada (ARA) de los taxa más abundantes en heces.	44

GLOSARIO

Abulón: Gasterópodo marino, herbívoro, bentónico, de concha gruesa y auriculada.

Asociación: Unidad operacional de organismos en un área particular, usualmente con una o dos especies dominantes que poseen la forma de vida típica de la formación a la que pertenece la asociación.

Bentónico: Organismo que habita o que vive cerca del fondo de hábitats acuáticos.

Consumo: Acción o efecto de utilizar comestibles para satisfacer necesidades.

Diatomea bentónica: Microalga unicelular, de vida libre o colonial cuyo protoplasto está rodeado por una pared silíceas y vive sujeta a diversos sustratos del fondo marino o dulceacuícola.

Dieta: Conjunto de sustancias que regularmente se ingieren como alimento.

Digerir: Convertir en el aparato digestivo los alimentos en sustancias asimilables por el organismo.

Diversidad: Número de especies de una comunidad o muestra; riqueza de especies ó medida del número de especies y su abundancia relativa en una comunidad.

Dominancia: Medida de la desproporción en la distribución de los individuos o biomasa entre los taxa de una asociación o comunidad.

Epifito: Organismo fijado por algún mecanismo específico a la superficie de una planta o alga, sin ser un parásito.

Epilítico: Organismo fijo a la superficie de las rocas.

Equidad: Propiedad de una comunidad que se relaciona con la uniformidad de la distribución de especies o de sus abundancia relativas.

Estructura: Disposición de las partes que construyen una entidad o comunidad dada.

Heces: residuo metabólico del organismo.

Indiscriminado: No seleccionar, no excluir.

Lámina: Parte más o menos ancha, comprimida y foliosa de un alga, similar a una hoja.

Taxón: Grupo taxonómico de cualquier nivel de agrupación, que incluye a todos los grupos subordinados.

Valvas: Cualquiera de las dos mitades que conforman la frústula (pared celular silicificada de las diatomeas), unidas por un cíngulo.

CONSUMO INDISCRIMINADO DE DIATOMEAS POR JUVENILES DE ABULÓN (*Haliotis* spp. LINNÉ 1740) DEL NW MEXICANO

RESUMEN

La información sobre hábitos alimenticios de abulones emana, en general, de investigaciones con propósitos acuiculturales. En su mayor parte ésta se sustenta en bases empíricas, soslayando estudios de carácter ecológico y durante varias décadas se ha practicado el suministro taxonómicamente indiscriminado de diatomeas para alimentar postlarvas y juveniles de abulón. Así, con el objetivo de determinar si existe discriminación en el consumo de diatomeas por juveniles de *Haliotis* spp. bajo diferentes condiciones, se revisaron contenidos estomacales de *H. fulgens* de su hábitat (Clam Bay) con tallas entre 16 y 74 mm y de un laboratorio de producción de semilla de abulón con tallas entre 6 y 15 mm, ambos en Bahía Tortugas, BCS, así como de *H. rufescens* con talla promedio de 13.8 mm, bajo condiciones de laboratorio alimentados con diatomeas que se encuentran en rocas extraídas del medio; de estos últimos organismos también se revisaron sus heces para determinar qué diatomeas no son digeridas. Las diatomeas, tanto de contenidos estomacales como de aquellas disponibles como alimento y las presentes en las heces, se identificaron bajo un microscopio con contraste de fases; se calcularon las abundancias relativas de los taxa de diatomeas y con base en éstas se midió la diversidad de especies mediante los índices de Shannon, equidad de Pielou y dominancia de Simpson; asimismo, se midió la similitud entre las muestras mediante los índices de Bray-Curtis y Jaccard. Se identificaron un total de 260 taxa de diatomeas; la mayoría de ellas consideradas raras. La alta riqueza de diatomeas encontrada en los contenidos estomacales refuerza la propuesta de que éstas representan un componente importante en la dieta de juveniles de abulón. A partir de la revisión de heces se demostró que muchas diatomeas de talla pequeña, no son aprovechadas, ya que pasan intactas el tracto digestivo e incluso después de pasar por éste, pueden llegar a reproducirse y proliferar. No se observaron diferencias en la dieta entre las tallas examinadas (6-74mm) por lo que se cuestiona la práctica de sustituir las diatomeas por macroalgas en la dieta en los juveniles en cultivo cuando superan la talla de 10 mm; además, dados los valores altos de diversidad de diatomeas en el contenido estomacal de juveniles, se evidencia que el consumo de diatomeas por *H. fulgens* y *H. rufescens* es indiscriminado, tanto en el medio natural como bajo condiciones de cultivo.

NON-DISCRIMINANT FEEDING ON DIATOMS BY YOUNG ABALONE (*Haliotis* spp. LINNÉ 1740) FROM THE MEXICAN NW

ABSTRACT

Information on abalone feeding habits has come widely from research focused on aquaculture interests, which relies mostly on empirical basis overseeing ecological oriented studies, and for decades the taxonomically indiscriminate diatom feeding of abalone post-larvae and juveniles has been practiced. Thus, in order to determine if any discrimination exists in diatom grazing by young *Haliotis* spp. under different growth conditions the gut contents of young *H. fulgens* (16-74mm) from the wild (Clam Bay) and an abalone laboratory for seed production (6-15mm) both in Bahía Tortugas, BCS as well as from *H. rufescens* specimens with a mean size of 13.8mm grown under experimental conditions, were examined. Feces of the latter were also observed to determine which diatoms were not being digested. The diatom flora in all samples was identified under a phase contrast microscope. Based on the relative abundances of all diatom taxa species diversity values were computed using Shannon's, Pielou's, and Simpson's (dominance) indexes. Likewise, similarity between samples was measured using Bray-Curtis and Jaccard indices. Overall 260 diatom taxa were identified; most of them were considered rare species. The high species richness observed supports the hypothesis that they represent an important component of the diet of young abalone. On the other hand, no differences in their diet due to size (6 to 74mm) were noted. This questions the regular practice of substituting the diatoms by macroalgae when young abalone grow above 10 mm. Feces analysis showed that many diatoms are not digested and that even after passing along the abalone gut they may still be capable of reproducing and to proliferate. Given the high values of species richness and diversity of diatoms observed in the gut contents of young abalone, both *Haliotis fulgens* and *H. rufescens* it must be concluded that their feeding habits are indiscriminate both in the wild and under culture conditions.

INTRODUCCIÓN

Existen entre 75 y 100 especies de abulones, 20 de las cuales son clasificadas como de alto valor comercial (Jarayabhand y Paphavasit, 1996). Son herbívoros bentónicos longevos (Haaker *et al.*, 1998) que se distribuyen en Australia, Japón, África del Sur y a lo largo de las costas del Pacífico Este y Oeste. Se localizan en sustratos rocosos (Haaker *et al.*, 1998), desde la zona entre mareas hasta profundidades mayores de 400 m (Lindberg, 1992).

En México, se distribuyen seis especies de abulón: azul, *Haliotis fulgens* Philippi, 1845 (talla entre 161-169 mm), amarillo, *H. corrugata* Wood, 1828 (155-169 mm), rojo, *H. rufescens* Swainson, 1822 (192-275 mm), chino, *H. sorenseni* Beartsch, 1940 (125-200 mm), negro, *H. cracherodii* Leach, 1871 (117-139 mm) y rayado, *H. assimilis* Dall, 1878 (<10 mm); todas son de importancia comercial, excepto el último (Guzmán del Prío, 1992). Sin embargo, al igual que en otros países, en México se ha presentado un decaimiento de las poblaciones naturales del abulón y algunos intentos por rescatar el recurso han incluido producción de semilla para su liberación en el medio, así como la liberación de huevos fertilizados (Salas-Garza & Searcy-Bernal, 1990).

El conocimiento de los hábitos alimentarios de los abulones y de cómo satisface sus requerimientos nutricionales en el medio natural es imprescindible para el suministro de una dieta adecuada durante el cultivo, máxime que son requeridos de dos a tres años para producir abulones de talla comercial de entre 7 y 8 cm de longitud (Hahn, 1989).

La mayor parte de la información sobre contenidos estomacales del abulón, emana de investigaciones con propósitos acuiculturales. Así, partiendo de bases empíricas se maneja que las poslarvas consumen primordialmente diatomeas de formas pequeñas y postradas o adnadas (<10 μ m), que los juveniles tempranos ingieren diatomeas grandes y de crecimiento erecto y que cuando alcanzan una talla aproximada de 10 mm cambian a una dieta macroalgal (Ebert & Houk, 1984; Hahn, 1989).

Los estudios sobre requerimientos nutricionales del abulón usualmente se han enfocado en el crecimiento producido por las distintas dietas, ya sea a base de diatomeas y macroalgas (Simental *et al.*, 2004; Ponce *et al.*, 2004,) ó con dietas artificiales (López *et al.*, 1998), variando principalmente los niveles de proteínas, lípidos y otros nutrientes (Hahn, 1989).

En México, son pocos los trabajos ecológicos sobre hábitos alimenticios de juveniles de abulón en el medio natural; sin embargo, se ha observado que juveniles de *H. fulgens* y *H. corrugata* de entre 10 y 100 mm, en Bahía Tortugas y Bahía Asunción, B.C.S., se alimentan tanto de macroalgas (hasta nueve especies) (Guzmán del Prío *et al.*, 2003), como de un gran número de diatomeas epifitas (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2004; 2005); éstas últimas han sido observadas incluso en los mismos organismos utilizados para determinación de la dieta macroalgal en el contenido estomacal (Guzmán del Prío *et al.*, 2003). De acuerdo con lo anterior se hace evidente que la contribución de las diatomeas en la dieta natural del abulón ha sido poco considerada.

Los estudios sobre la selectividad alimenticia del abulón se han enfocado principalmente sobre la fase de poslarva, encontrándose cierta selección por algunos taxa de diatomeas (Kawamura *et al.*, 1998a; Siqueiros-Beltrones & Voltolina 2000; Siqueiros-Beltrones, 2002b). Sin embargo, aún se desconoce si esta preferencia alimenticia se mantiene en juveniles y adultos.

Por otro lado, es necesario un manejo cauto de la información generada a partir del examen de los contenidos estomacales, debido a que muchas diatomeas pueden pasar intactas el tracto digestivo, tanto de poslarvas (Kawamura *et al.*, 1998a) como de juveniles (*obs. pers.*). Asimismo, existen muchas formas de diatomeas que solo se adhieren levemente al sustrato, lo que permite que se desprendan sin que se rompa la frústula; ó pueden formar grumos, lo que impide en ambos casos el que sean digeridas. Además, pueden existir diferencias entre especies del mismo género ó cepas de la misma especie de diatomea, así como diferencias entre las distintas especies de abulón (Kawamura *et al.*, 1998a), por lo que las relaciones tróficas respectivas deben ser dilucidadas.

En el microhábitat de juveniles de *H. fulgens* y *H. corrugata*, en la región central de BCS, se han identificado 45 especies de macroalgas asociadas a las rocas y consecuentemente, disponibles como fuente potencial de alimento para *Halotis* spp. (Carreón-Palau *et al.*, 2003). Asimismo, Siqueiros-Beltrones & Valenzuela-Romero (2004) registraron 236 taxa de diatomeas en el hábitat rocoso utilizado por el abulón en Bahía Magdalena, BCS y para la costa occidental de BCS, Siqueiros-Beltrones *et al.* (2004) elaboraron un inventario con 321 taxa de diatomeas bentónicas (epilíticas y

epifitas) de las cuales 98 forman parte de la dieta natural de los juveniles de abulón. Estas observaciones discrepan notablemente con la práctica de suministrar pocas especies de diatomeas como alimento para los abulones cultivados en granjas y laboratorios de producción de abulón en Baja California, particularmente *Navicula incerta*, *Nitzschia* spp., *N. laevis*, *Amphiprora paludosa* var. *hyalina* y *Cocconeis* spp. (Correa-Reyes *et al.*, 2001; Simental-Trinidad *et al.*, 2004). No obstante, buscar una sola especie de diatomea que cumpla con los requerimientos nutricionales del abulón disminuye los costos en la producción, mientras que cultivar un gran número de especies de diatomeas para suministrarlas como alimento no sería factible. Un criterio para acotar esto último es considerar aspectos nutricionales que permitan seleccionar aquellos taxa de diatomeas que mejor se combinen en una dieta efectiva. Por ello, se requieren estudios sobre la dieta natural del abulón bajo distintas condiciones para determinar si existe cierta preferencia por algunos taxa y de esta manera acotar las especies potencialmente utilizables en la dieta. El propósito de este trabajo es evaluar con mayor precisión el consumo de diatomeas por juveniles de *Haliotis* spp. tanto *in situ* como en condiciones de cultivo.

ANTECEDENTES

Dieta natural de *Haliotis* spp.

Las investigaciones sobre la dieta natural de abulones (adultos y/o juveniles) en su medio se enfocan principalmente en la composición de especies de las macroalgas consumidas por las distintas especies de abulón, así como el valor nutricional de éstas (Serviere-Zaragoza *et al.*, 1998; Guzmán del Prío *et al.*, 2003). Sin embargo, ha sido poco considerada la composición de diatomeas bentónicas que son consumidas, soslayándose así, un elemento básico en la ecología trófica de los abulones.

Macroalgas.

La alimentación de los abulones adultos en el medio natural depende de la disponibilidad y abundancia de las macroalgas, por lo que la flora asociada a los bancos de abulón tiene un papel muy importante en el ciclo de vida de éstos, ya que representan su hábitat, refugio (Leighton, 2000; en Ponce-Díaz *et al.*, 2004) y su fuente de alimento,

por lo menos en su etapa adulta (Tutschulte y Connell, 1988; Serviere-Zaragoza *et al.*, 1998)), así como en juveniles mayores de 10mm (Ebert & Houk, 1984; Hahn, 1989).

Los hábitos alimentarios de los abulones son aparentemente erráticos y sensibles a factores ambientales y fisiológicos (Corazani e Illanes, 1998) pero, generalmente en zonas templadas, los abulones muestran mejores tasas de crecimiento cuando se alimentan de algas pardas (Upatham *et al.*, 1998); así mismo, se acepta casi incuestionablemente que la dieta natural de *H. fulgens* (costa Pacífico de Norte América) está compuesta principalmente de algas laminariales o kelpos (McBride, 1998). En cambio, las especies australianas y asiáticas de abulón muestran mayor tasa de crecimiento cuando se alimentan con algas rojas (Upatham *et al.*, 1998). Así, las diferencias en el consumo preferencial de macroalgas difiere entre los abulones alrededor del mundo, dependiendo de la especie, del hábitat y de la disponibilidad de alimento (Dunstan *et al.*, 1996).

Para el cultivo del abulón en México se han utilizado preferentemente algas pardas con las cuales se han obtenido mejores resultados, no obstante que sus niveles de proteína son en general bajos (3%-15% peso seco) *i.e.* en relación a las algas rojas (11% y 24%) (Fleurence, 1999); por otra parte, juveniles de *H. fulgens* alimentados con *Gelidium robustum* (alga roja) y *Phyllospadix torreyi* (pasto marino) presentan menor tasa de crecimiento que cuando se alimenta con el alga parda *Macrocystis pyrifera* (Serviere-Zaragoza *et al.*, 2002).

También se han observado diferencias en las tasas de crecimiento de juveniles de la misma especie de abulón alimentados con especies del mismo género de macroalga. Ello se ha relacionado con la presencia de metabolitos químicos en el alga, con su morfología (Upatham *et al.*, 1998) y con la composición bioquímica (Ponce-Díaz *et al.*, 2004), la cual varía de una especie a otra de acuerdo a la ubicación geográfica, estado de desarrollo del alga, exposición al oleaje, corrientes, concentraciones de nutrientes, estación del año, profundidad y temperatura (Rodríguez-Montesinos & Hernández-Carmona, 1991).

Las macroalgas presentan diferentes proporciones de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) dependiendo de la especie. Sin embargo, en todos los grupos los 22:5(n-3) son generalmente los más abundantes. En contraste, en muchas dietas

artificiales se incluyen altos niveles de $C_{18}(n-6)$ y $22:6(n-3)$ (Dunstan *et al.*, 1996) los cuales no se encuentran de manera natural en la dieta macroalgal. Consecuentemente, se propone que algunos de estos ácidos grasos ausentes en las macroalgas pero, necesarios para el crecimiento del abulón, podrían obtenerse de otra fuente natural. Así, aunque las macroalgas son consideradas la dieta principal del abulón, por lo menos en sus etapas juvenil-adulto, se requiere de otra fuente de alimento para una dieta adecuada. Viana (2002) propone que para lograr un mejor crecimiento del abulón se requiere de mayor cantidad de proteína que la contenida de manera natural en las macroalgas; de tal forma, los organismos epifitos de las macroalgas serían una fuente importante de nutrimentos adicionales.

Las macroalgas generalmente presentan un gran número de organismos epifitos que bien pueden ser consumidos por organismos pastoreadores, incluidos los abulones. En este caso, por ejemplo: *Macrocystis pyrifera* que es ampliamente utilizada durante el cultivo del abulón, representa un buen sustrato para la fijación de esponjas, tunicados, anfípodos, hidrozoarios, briozoarios, poliquetos e incluso otras especies de macroalgas como *Myriograme caespitosa* (feofita), *Pterochondria woodi* (rodofita) y *Microcladia coulteri* (rodofita), además de una gran variedad de diatomeas (Foster y Shiel, 1985), siendo éstas últimas muy abundantes en las láminas maduras (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2002; Argumedo-Hernández & Siqueiros-Beltrones, 2007).

Una práctica propuesta recientemente como alternativa para enriquecer la dieta del abulón en cultivo, cuando es a base de macroalgas, es la adición de diatomeas. Tal es el caso de *Navicula incerta* la cual se ha utilizado como suplemento alimenticio inoculándose en láminas de *Macrocystis pyrifera* (Simental-Trinidad *et al.*, 2004). Se eligió *N. incerta* por ser la más usada en las granjas de abulón en el norte de Baja California (Simental-Trinidad *comp. pers.*); sin embargo, no es una especie que se encuentre de manera natural en las láminas de *M. pyrifera* (Siqueiros-Beltrones & Argumedo-Hernández, 2005) ni se presenta de manera importante en el hábitat de los abulones (Siqueiros Beltrones *et al.* (2004). De esta manera, resultan necesarios estudios sobre el valor nutricional que desempeñan las diatomeas epifitas antes de continuar con la práctica de adicionarlas en la dieta de abulones y considerar aquellas que proliferan de manera natural sobre las láminas.

Por otra parte, en su medio natural en California, los abulones se alimentan casi exclusivamente de láminas viejas de *Macrocystis pyrifera* que se desprenden del talo y llegan al fondo (Foster & Schiel, 1985); éstas láminas pueden presentar niveles más bajos de proteínas pero, a diferencia de las láminas jóvenes, albergan un gran número de diatomeas epifitas (Siqueiros-Beltrones & Argumedo-Hernández, 2005) y en algunos casos presentan incluso metazoarios (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2001) los cuales pueden desempeñar un papel importante en la nutrición del abulón como fuente suplementaria de proteínas y lípidos (López *et al.*, 1998). Mientras que, en condiciones de cultivo, en Baja California usualmente se alimenta a los abulones con *M. pyrifera* cosechada de los primeros metros de la parte apical.

Así por ejemplo, se obtuvieron mejores resultados en abulones alimentados con *Laminaria religiosa* epifitada con metazoarios (briozoarios) (Uki, 1981), debido quizá a que los niveles de proteína aumentaron casi en un 5% y aunque los carbohidratos y los lípidos no aumentaron, estos nutrientes aparentemente no son limitantes, ya que los carbohidratos son muy abundantes en las macroalgas y los lípidos en la dieta del abulón no se requieren en altos porcentajes (Knauer *et al.*, 1996).

Aunado a lo anterior, a pesar de que los abulones se consideran herbívoros, cuando se fabrican dietas artificiales en las que se incluye proteína animal, pueden obtenerse mejores resultados que cuando se incluye únicamente proteína vegetal. Así, es probable que los abulones en el medio natural enriquezcan su dieta con proteína animal de organismos como briozoarios, pequeños crustáceos, protozoarios u otros pequeños organismos epifitos. A partir de ésto, se podrían plantear nuevas investigaciones sobre el enriquecimiento con estos organismos y no solo de diatomeas.

No obstante, aparentemente no en todos los casos se obtiene un mejor crecimiento cuando se incluyen los epifitos de las macroalgas. Al evaluar diferencialmente la tasa de crecimiento de juveniles de *Haliotis rufescens* (talla promedio de 3.67mm), alimentados con láminas de *Macrocystis pyrifera* se compararon diversas combinaciones dietéticas: a) con epifitos naturales (diatomeas), b) sin epifitos naturales, c) sin epifitos naturales e inoculadas con una película de *Navicula incerta* (diatomea), d) con epifitos naturales e inoculados con *N. incerta*, y e) alimentados únicamente con *N. incerta*. Las menores longitudes de las conchas se obtuvieron con láminas de *M. pyrifera*

sin sus epifitos naturales (6.76 mm) y la mayor longitud se obtuvo con láminas sin epifitos naturales e inoculadas con *N. incerta* (9.06 mm) y alimentados únicamente con el cultivo de *N. incerta* (8.81 mm) (Simental-Trinidad *et al.*, 2004). Así, se evidenció que una sola especie de diatomea (*N. incerta*) puede representar un aporte nutricional importante, sobre todo al combinarse con una dieta macroalgal.

Por otro lado, es importante precisar en este tipo de trabajos qué tipo de epifitos naturales estaban presentes en *M. pyrifera*, ya que las láminas jóvenes presentan poco epifitismo tanto de diatomeas como de briozoarios (Siqueiros-Beltrones & Argumedo-Hernández, 2005). Además, para el cultivo del abulón las láminas apicales (jóvenes) son las que se cosechan, de manera que el aporte nutricional adicional por parte de los epifitos pudo haber sido mínimo o nulo, ya que los epifitos no han tenido tiempo de colonizar dichas láminas.

En este sentido existe poca información, por lo que el desarrollo de investigaciones dirigidas a resolver el problema del valor nutricional que aportan cada uno de los componentes de la dieta del abulón en el medio natural (incluyendo epifitos naturales de la macroalgas) ayudaría a entender las relaciones entre el abulón y su fuente alimenticia.

La tendencia general observada en los estudios revisados indica que las dietas mixtas producen un mayor crecimiento que las dietas monoespecíficas, ya que en estas se pueden presentar deficiencias en uno o más nutrientes, lo que produce un decremento en la tasa de crecimiento después de un periodo (Simpson & Cook, 1998); además de que los abulones se alimentan de manera natural de muchas especies de macroalgas y microalgas, las cuales presumiblemente representan una dieta balanceada (Viana *et al.*, 1996).

Un aspecto a considerar es que no solo la combinación de diatomeas a la dieta es suficiente. Esto es, que pueden obtenerse resultados similares cuando se utilizan dietas que combinen dos o tres taxa de diatomeas. Sin embargo, en el trabajo de Gordon *et al.* (2006) con poslarvas de *H. discus asinina*, el crecimiento fue similar con una dieta de *Navicula cf. lenzii* y *Amphora luciae* ($35.5 \mu\text{m día}^{-1}$) que con una dieta en donde además se adicionó *Nitzschia laevis* ($33.2 \mu\text{m día}^{-1}$). Así, el hecho de combinar más especies de diatomeas no implica que sea una dieta más adecuada.

Por otro lado, varias especies de diatomeas (dieta combinada) pueden coexistir, sin embargo la concentración celular de cada una de las especies puede variar entre cultivos monoespecíficos ó mixtos, debido quizá a las sustancias extracelulares que secretan algunas especies de diatomeas como *Navicula incerta* (especie comúnmente utilizada en cultivos de abulón en México); ó bien, pueden existir interacciones alelopáticas en diatomeas bentónicas debido a la acumulación de sustancias excretadas, las cuales afectan la tasa de crecimiento de otras especies de diatomeas (Carvajal-Miranda *et al.*, 2005).

Por otra parte, en juveniles de *Haliotis laevis* (mayores de 5 mm), se observó que con una dieta monoespecífica de *Ulva* sp., la tasa de crecimiento era menor comparada con la obtenida con dietas mixtas. Asimismo, con la clorofita *Ulva lens* en combinación con *Navicula jeffreii* (diatomea) se presenta una tasa mayor de crecimiento que cuando solo se incluye la clorofita (Strain *et al.*, 2006). Aunado a ésto, se ha sugerido que una dieta que contenga una fuente proteica derivada de algas en combinación con una fuente proteica animal, produce mejor crecimiento, por lo menos en *Haliotis fulgens* y *H. asinina*. Esto se podría atribuir al hecho de que en las macroalgas algunos aminoácidos esenciales están ausentes o se encuentran en bajas cantidades, de manera que pueden ser compensados enriqueciendo con proteína animal (Sang-Min, 2004).

Finalmente, debe considerarse que el cultivo intensivo del abulón requiere de grandes cantidades de macroalgas frescas, lo que resulta problemático en algunas ocasiones por la operatividad asociada a su uso: extracción, transporte, costo de almacenaje y el mismo abastecimiento que a menudo es inconstante, ya que depende de las condiciones del medio y la estacionalidad de las mismas (Sang-Min *et al.*, 2004). Debido a ésto, el uso de dietas formuladas aparentemente aumenta la producción de abulón (Britz, 1996) porque las dietas artificiales permiten una forma constante de alimento. De esta manera los acuicultores pueden ser independientes de la variación en el abastecimiento de macroalgas sobre todo en las primeras etapas de desarrollo del abulón, cuando la presión de pastoreo es alta (Daume y Ryan, 2004). Sin embargo, se carece de información sobre los hábitos alimentarios y requerimientos nutricionales de las especies mexicanas de abulón. Mientras que el desarrollo adecuado de una dieta

artificial nutricionalmente balanceada y de bajo costo depende de la información en los requerimientos nutricionales (Sang-Min, 2004).

Diatomeas.

Asociaciones diferentes de diatomeas podrían reflejar composiciones bioquímicas distintas que afecten el desarrollo de los juveniles de abulón. Sin embargo, los pocos estudios *in situ* enfocados a la composición de especies y a la estructura de estas, no son suficientes para realizar inferencias de este tipo.

La mayoría de las investigaciones sobre diatomeas bentónicas como alimento de abulón se han hecho con poslarvas y en menor medida con juveniles (Ebert y Houk, 1984); ambas etapas son consideradas críticas en el cultivo del mismo (Searcy-Bernal *et al.*, 1992a). Buscando precisar sobre el aspecto dietético en el cultivo del abulón, Kawamura *et al.* (1998a) revisaron la información disponible sobre alimentación y crecimiento de abulón, encontrando que la dieta de las poslarvas y juveniles de entre 5 mm y 10 mm de longitud está basada en diatomeas, películas bacterianas y formas juveniles de macroalgas (todo bajo condiciones de cultivo).

Por otro lado, observaciones recientes en juveniles extraídos del medio natural (>40 mm), muestran que éstos ingieren abundantes diatomeas epifitas cuando se alimentan de algas carnosas y coralinas; así, las evidencias sugieren que las diatomeas epifitas reemplazan a las epilíticas en la dieta de abulones juveniles cuando éstos crecen arriba de 10 mm (Siqueiros-Beltrones & Valenzuela-Romero, 2001). Así mismo, en la Isla Samed (Tailandia) se distribuye *Haliotis asinina* en cuyo ambiente (arrecife de coral) solo existen algunas macroalgas pequeñas (*Cladophora* sp., *Centroceras* sp. y *Ectocarpus* sp.) de manera que *H. asinina* se alimenta casi exclusivamente de diatomeas bentónicas durante toda su vida (Sawatpeera *et al.*, 1998). Esto refuerza la idea de que, a pesar de que los abulones en otras partes del mundo se alimentan principalmente de macroalgas (estadio de juvenil-adulto), las diatomeas desempeñan un papel importante en la dieta durante todas sus etapas de desarrollo.

La eficiencia en la digestión de diatomeas (diatomeas vivas que son rotas durante la ingestión-digestión) (Kawamura *et al.*, 1998b) puede variar: a) con la condición del cultivo de la diatomea (la cual puede presentar mayor o menor silicificación); b) con el desarrollo de las poslarvas (Roberts *et al.*, 1999), ya que la rádula se va haciendo más

fuerte conforme el organismo crece; c) con las características de la frústula (ancho y grado de silicificación); d) con la capacidad de movilidad y tamaño de la diatomea; e) con la fuerza de adhesión de las diatomeas al sustrato (Kawamura *et al.*, 1998b). Así, una misma especie de diatomea tendría diferente grado de digestibilidad para abulones de distinta talla.

También, el valor nutricional de las diatomeas debe ser considerado en general; las diatomeas que han sido examinadas proximalmente poseen entre el 3.5% y 47% de proteína (Knauer *et al.*, 1996) y altas concentraciones de aminoácidos libres (Searcy-Bernal *et al.*, 1992b), así como entre el 7% y 23% de lípidos y ácidos grasos polinsaturados (PUFA 20:5n-3, 22:6n-3 y 20:4n-6) (Dunstan *et al.*, 1996). Por lo general, bajo condiciones de cultivo el valor nutricional de las diatomeas bentónicas varía con la edad y condiciones del cultivo. Por ejemplo, se ha visto en *Navicula* spp. que el contenido de proteína, puede variar entre un 20% y 30%, los carbohidratos entre un 10% y 15% y los lípidos entre un 15% y 20% (Simental-Trinidad *et al.*, 2004). De manera que la composición bioquímica y los valores nutricionales de las diatomeas, deben ser considerados para explicar las diferencias en la tasa de crecimiento de los abulones (Correa-Reyes *et al.*, 2001).

Los aminoácidos libres en las diatomeas pueden constituir una proporción significativa del total de aminoácidos contenidos en la célula, los cuales pueden ser fácilmente absorbidos por las poslarvas de abulón, incluso antes de completar el desarrollo de las enzimas encargadas de la digestión de las proteínas y de esta manera satisfacer los requerimientos nutricionales (Gordon *et al.*, 2006). Una vez desarrolladas las enzimas (*v. gr.*, laminarinasa), los juveniles tempranos ya pueden hidrolizar la crisolaminarina (difícil de degradar), fuente principal de reserva de las diatomeas (Werner, 1977), así como la glucosa (de fácil degradación).

Algunas diatomeas utilizadas como alimento secretan sustancias desfavorables o tóxicas para los abulones. En un estudio con poslarvas de *H. discus hannai*, utilizando como alimento tres especies de diatomeas: *Amphora luciae*, *Navicula* cf. *lenzii* y *Nitzschia laevis*, se observó que esta última tiene el valor nutricional más alto de proteínas (38% peso seco), comparado con las otras dos. Sin embargo, en las poslarvas que se alimentaron con esta especie se presentaron los niveles más bajos de

crecimiento; de esta manera, se evidencia que niveles altos de proteínas no siempre implican un mayor crecimiento y aunque no fueron determinadas las causas, se sugiere que *N. laevis* podría contener sustancias que actúen en detrimento; en este caso, para las poslarvas observadas (Gordon *et al.*, 2006) ó, quizá, los grumos que suele formar este taxón les son difíciles de digerir.

Por otra parte, muchas diatomeas bentónicas producen estructuras para fijarse al sustrato (cápsulas, tapetes mucilaginosos, tubos y pedúnculos) y cuando los abulones raspan el sustrato o el tejido macroalgal, estas estructuras pueden ser consumidas. Sin embargo, cada una presenta una composición bioquímica diferente. Por ejemplo: *Navicula pelliculosa* produce una cápsula compuesta por residuos de ácido glucurónico, mientras que la cápsula de *Phaeodactylum tricornutum* contienen xylosa, manosa, fucosa y galactosa. El mucílago de los tubos de *Amphipleura rutilans* es un polímero de xylosa y manosa con trazas de proteína. *Thalassiosira fluviatilis* y *Cyclotella cryptica* producen largos filamentos compuestos por formas cristalinas de quitina. El pedúnculo formado por *Gomphonema olivaceum* está compuesto por D-galactosa y D-xylosa (Werner, 1977). De esta manera, las estructuras de fijación producidas por las diatomeas podrían representar un aporte energético importante para los abulones.

Guzmán del Prío (*com pers*) observó un mejor crecimiento en juveniles *in situ* que en laboratorio; de tal forma, las proporciones de los taxa implicados, ya sea dominantes, raros, comunes y/o sus variaciones podrían ser un factor importante en el crecimiento de los abulones, por lo que sería necesario primero conocer qué especies de diatomeas componen la dieta natural de los juveniles de abulón.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existe discriminación en el consumo de diatomeas por juveniles de abulón (*Haliotis* spp.) bajo diferentes condiciones: en su hábitat; en condiciones de laboratorio alimentados con *Macrocystis pyrifera* (y sus epifitos); y bajo condiciones experimentales *in vitro* alimentados con diatomeas que se encuentran sobre rocas extraídas del medio.

OBJETIVOS PARTICULARES

Hábitat del abulón.

- 1) Caracterizar la estructura de la asociación de diatomeas disponibles como alimento (en las rocas) para juveniles de *Haliotis fulgens* en su medio.
- 2) Caracterizar la estructura de la asociación de diatomeas que conforman la dieta de juveniles de *H. fulgens* del medio.
- 3) Evaluar si existen diferencias entre la dieta consumida *in situ* por juveniles de abulón en distintas fechas y entre tallas.
- 4) Conocer si existen diferencias entre la estructura de la asociación de diatomeas disponibles en las rocas y lo consumido por los juveniles de abulón.

Laboratorio de producción de semilla de abulón.

- 5) Caracterizar la estructura de la asociación de diatomeas que se desarrolla en los estanques de cultivo de *H. fulgens*.
- 6) Caracterizar la estructura de la asociación de diatomeas que conforman la dieta de juveniles de *H. fulgens* en cultivo en diferentes fechas.
- 7) Evaluar si existen diferencias en la dieta consumida por los juveniles de abulón recolectados en diferentes fechas y entre la flora diatomológica disponible en los estanques de cultivo.

Cultivo in vitro experimental.

- 8) Caracterizar la estructura de la asociación de diatomeas que crecen en los estanques de *H. rufescens* alimentados con diatomeas de poblaciones naturales crecidas sobre rocas extraídas del medio y con *Macrocystis pyrifera*
- 9) Caracterizar la estructura de la asociación de diatomeas que conforman la dieta de juveniles de *H. rufescens*, alimentados con diatomeas desarrolladas sobre rocas extraídas del medio y con láminas de *M. pyrifera*.
- 10) Evaluar si existen diferencias entre las diatomeas que conforman la dieta y la flora diatomológica disponible como alimento.
- 11) Caracterizar la flora diatomológica digerida y no digerida por los juveniles de abulón alimentados con diatomeas sobre rocas extraídas del medio y con láminas de *M. pyrifera*.

HIPÓTESIS (H0)

No existe diferencia entre las asociaciones de diatomeas que conforman la dieta de juveniles de *Haliotis* spp. bajo diferentes condiciones: medio natural, cultivo y cultivo *in vitro*. Tampoco existe diferencia entre las asociaciones de diatomeas disponibles como alimento y las encontradas en los contenidos estomacales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Hábitat del abulón.

Área de estudio.

Los juveniles de *Haliotis fulgens* (abulón azul), se recolectaron en Clam Bay, un sitio de pesca de abulón, localizado a 6 km al SE de Bahía Tortugas (Fig. 1), en una pequeña ensenada guarecida de oleaje y vientos, con una profundidad máxima de 6 m.

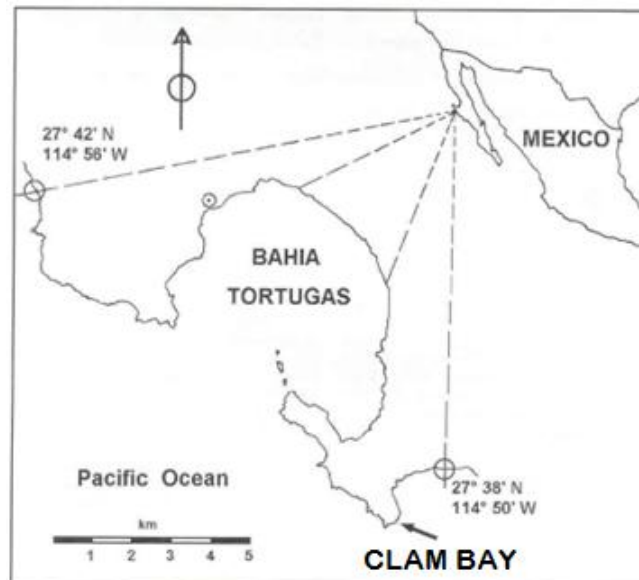


Figura 1. Localización del sitio de recolecta de los juveniles de abulón azul.

Trabajo de campo.

Se realizaron dos salidas en donde se recolectaron juveniles de abulón azul; una en noviembre del 2003 en donde se recolectaron 27 juveniles de entre 19-53 mm y otra en junio del 2004 en donde se recolectaron siete especímenes entre 16-74 mm; cada uno de los especímenes representó una muestra.

Para la recolecta de los especímenes se hicieron recorridos por la playa rocosa de Clam Bay (27°37'11" N y 114°50'38" W). La búsqueda de los organismos consistió en levantar rocas de la zona intermareal y examinar debajo de la roca; con la ayuda de una espátula se desprendieron de la roca todos los juveniles de abulón azul menores de 100 mm, los cuales se preservaron con alcohol etílico al 70%.

En la recolecta realizada en junio del 2004 se extrajo una roca de la zona submareal y del sitio de donde se extrajeron los juveniles (2-3 m de profundidad); ésta se dejó secar al sol para posteriormente ser llevada al Laboratorio de Plancton del CICIMAR, donde fue procesada.

Laboratorio de producción de semilla de abulón.

Trabajo de campo.

Se realizaron tres salidas en donde se recolectaron juveniles de abulón azul; una en septiembre 2003 cuando se recolectaron 30 organismos con tallas entre 13 y 21 mm, otra en noviembre 2003 en que se recolectaron 36 organismos entre 13 y 21 mm y una en junio 2004 en que se recolectaron 30 organismos entre 6 y 29 mm. Todos los organismos fueron alimentados principalmente a base de *Macrocystis pyrifera* a excepción de organismos pequeños (< 10 mm) en donde se dejaban proliferar diatomeas en los estanques.

Las recolectas se hicieron en tres de los estanques externos de PVC del laboratorio de producción de semilla de abulón de la Sociedad Cooperativa de Productos Pesqueros Bahía Tortugas (S.C.P.P.B.T.); uno por cada fecha de recolecta.

Los especímenes recolectados se colocaron en frascos de plástico de 250 mL y, de las paredes de los estanques de donde se recolectaron los juveniles, se hizo un raspado de un área aproximada de 15 cm² con la ayuda de una espátula. Tanto los juveniles como los raspados de los estanques se preservaron con alcohol etílico al 70%, para ser transportados al laboratorio de Fitoplancton del CICIMAR donde fueron procesados.

Trabajo de laboratorio.

En el laboratorio de Fitoplancton del CICIMAR se hicieron muestras compuestas con los especímenes recolectados de cada fecha, esto es, que en cada muestra se colocaron dos o más organismos. El procesarlos de esta manera se debió a que se consideró que todos los especímenes de un estanque son sometidos a las mismas condiciones y de esta manera se facilita el conteo de diatomeas en cada una de las muestras. Por otro lado, al hacer las muestras compuestas (12 muestras en total), los organismos se segregaron por talla (Tabla 1).

Tabla 1. Fechas de recolectas de juveniles de abulón azul, organismos por muestra, talla promedio y alimento suministrado; Mp: *Macrocystis pyrifera*.

Fecha	Total org./fecha	Org./muestra	Talla promedio (mm)	Alimento
Septiembre 2003	30	15	13	Mp
		15	21	Mp
Noviembre 2003	36	12	13	Mp
		6	15	Mp
		7	17	Mp
		5	18	Mp
		6	21	Mp
Junio 2004	30	8	6	Diatomeas
		12	10	Mp
		5	10	Mp
		3	23	Mp
		2	29	Mp

Cultivo *in vitro* experimental.

Trabajo de campo.

En junio del 2006 en la zona intermareal de la playa rocosa localizada entre Playitas y Punta Morro en la Bahía de Todos Santos (Ensenada) Baja California, México (31° 51' 30" N, 116° 38' 38" W), se hizo un recorrido durante la marea más baja y se recolectaron 16 rocas (entre 8 y 12 kg) a medio metro de profundidad, procurando que se encontraran densamente colonizadas con macroalgas. Las rocas fueron transportadas en seco en jabas de plástico a los estanques externos del laboratorio del Departamento de Acuicultura del CICESE, en donde se llevó a cabo el experimento.

Trabajo de laboratorio.

Montaje del experimento.

Condiciones fisicoquímicas y acondicionamiento de los estanques.

Durante una semana se mantuvieron en la parte externa del laboratorio de Acuicultura del CICESE cinco estanques circulares (A-E) de fibra de vidrio de 300 L (1.12 x 28 cm, llenados a 250 L), cubiertos con techo de malla sombra al 70%; además cada uno de los estanques se encontraba cubierto con un bastidor con malla similar. Se mantuvieron con aireación constante y se hizo un recambio diario del 150% de agua (Sánchez-Saavedra *com. pers.*).

Cada estanque contenía una tira de velcro de 2 cm de ancho ubicada a 10 cm del borde externo para evitar que los abulones se salieran de los estanques.

Cada tercer día se midieron simultáneamente: temperatura, la cual presentó un intervalo de 20 a 23.5 °C, salinidad (refractómetro) la cual se mantuvo a 35 UPS, pH (tiras pH) que se mantuvo en 7, y oxígeno disuelto en agua (oxímetro Modelo 50B Dissolved Oxygen Meter), el cual fue en promedio 7.3 mgL⁻¹.

Tratamiento de agua de mar.

Para los estanques del experimento, se utilizó agua de mar proveniente del sistema semicerrado que abastece al laboratorio del CICESE. El agua de mar tuvo un proceso de sedimentación y fue pasada por una serie de filtros rápidos de arena y de algodón de 10, 5 y 1 µm. Posteriormente, el agua fue filtrada por carbón activado e irradiada con luz ultravioleta de 40 W a un flujo de 200 mL/min⁻¹.

Obtención de los juveniles de abulón.

Se obtuvieron un total de 150 juveniles de abulón rojo de ocho meses de edad y con una talla promedio de 13.8 mm de la Granja Productores Marinos Baja S.A. de C.V. ubicada en el Ejido Eréndira, Baja California.

Cada abulón se midió con un vernier digital y se identificó con una marca plástica colocada en la concha.

Obtención del alimento.

De las rocas se eliminó la fauna con ayuda de unas pinzas de disección y con chorros de agua de mar filtrada y se dejaron durante 24 hrs en los estanques con agua filtrada y aireación.

Con la finalidad de evaluar los taxa de diatomeas (epilíticas y epifitas de algas coralinas costrosas) disponibles como alimento para los juveniles de abulón, se eliminaron las macroalgas de una de las rocas y se cepilló la superficie rocosa con un cepillo de dientes. El concentrado obtenido fue preservado en alcohol etílico al 70%.

Las láminas de *Macrocystis pyrifera* utilizadas en el ensayo, fueron cosechadas a 1 m de la superficie y obtenidas del Ejido Eréndira, Baja California, a través de la compañía Abulones Cultivados S.A de R.L. de C.V.

Condiciones y ubicación de los juveniles en los estanques.

Los juveniles se ubicaron en los tanques como se muestra en la Tabla 2 y los organismos muertos durante el ensayo no fueron reemplazados.

Tabla 2. Ubicación de los juveniles de *Haliotis fulgens* (abulón azul) y condiciones de los estanques.

Estanque	Num. Org.	Alimento	Num. rocas	Observaciones
A	50	Diatomeas desarrolladas en las rocas.	5	10 organismos por roca.
B	50	<i>Macrocystis pyrifera</i> .		Organismos colocados en el centro del tanque.
C	50	Diatomeas desarrolladas en las rocas.	5	10 organismos por roca.
D				Se mantuvo sin organismos y sin rocas, solo con agua.
E			5	Se mantuvo sin organismos, solo con agua y rocas.

Antes de iniciar el experimento los juveniles se dejaron en ayuno por 24 horas para que el alimento suministrado antes del ensayo no influyera y antes de la disección, los organismos se dejaron en sus respectivos estanques durante 24 hrs para asegurarse de que los intestinos y el hepatopáncreas estuvieran llenos.

Obtención de la flora diatomológica desarrollada en los estanques.

Cuando se extraían los abulones de los estanques para la recolecta de heces, los estanques se vaciaban con la finalidad de caracterizar la flora desarrollada en estos. Para ello, se hizo un raspado con ayuda de una espátula de plástico de un área que abarcara desde la parte central del fondo del estanque hacia la pared del mismo; con una pipeta de plástico se recuperó lo obtenido del raspado y se colocó en un vial de 10 mL para preservarlo con alcohol etílico al 70%. Al final se obtuvo por cada estanque una muestra, la cual estaba representada por los tres raspados hechos a lo largo del cultivo *in vitro*.

Los abulones, una vez fuera del estanque, se enjuagaron con agua de mar filtrada para eliminar restos de material macroalgal que pudiera quedar en los organismos.

Recolecta de heces.

Antes de empezar el experimento, se hicieron pruebas para determinar cuántas horas se dejarían a los abulones en los frascos recolectores de heces, hasta la defecación; asimismo, se hizo un seguimiento de los niveles de oxígeno en los frascos. De esta manera se estableció que se dejarían durante 3 hrs, antes de ser regresados al estanque correspondiente.

En cada recolecta de heces, por estanque se formaron grupos al azar de cinco organismos, esto es, diez grupos por estanque (30 grupos en total). Cada grupo se colocó en un frasco de vidrio de 100 mL llenado a 90 mL con agua de mar filtrada (de la misma manera que la utilizada en los estanques), esterilizada (en una autoclave a 121°C y a una presión de 1.02 kg cm⁻² por un periodo de 15 min) y sobresaturada con oxígeno durante dos minutos con un estanque de oxígeno (promedio 11.5 mg/L de oxígeno disuelto). La temperatura ambiental durante los ensayos fue de 20±1°C.

Los frascos utilizados se lavaron con jabón y se dejaron durante 12 hrs en ácido muriático al 10%. Finalmente, antes de ser utilizados se enjuagaron, con agua destilada.

Los 30 frascos fueron colocados en una charola de plástico y tapados con una luz de malla al 70% (igual a la utilizada para cubrir los estanques).

Cultivo de heces.

Después de sacar a los juveniles de los frascos recolectores de heces, el agua de mar de los frascos, se filtró con una luz de malla de 35 μm . Las heces producidas por 10 abulones (2 frascos), se colocaron en un tubo de ensaye de 10 mL llenado a 5 mL con medio de cultivo "f" descrito por Guillard (1975).

Los cultivos se mantuvieron a una temperatura promedio de $20 \pm 1^\circ \text{C}$ y con una iluminación continua de $110 \mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$ suministrada con lámparas de luz fría marca Silvana de 75 W durante 8 días para finalmente ser preservadas con 1 gota de lugol por 5 mL de muestra.

Al final de los cultivos, se juntaron las heces de los 50 organismos por fecha, obteniendo así tres muestras por estanque (9 muestras en total).

Tratamiento de las conchas.

Con la finalidad de comparar las especies de diatomeas sobre la concha con aquellas que proliferaron en los cultivos, al final del experimento las conchas de los organismos se separaron por estanque y se colocaron en tres vasos de precipitado de 250 mL (uno por estanque) con agua destilada. Se colocaron en un baño de agua con ultrasonido por 15 seg, se sacaron las conchas y se dejaron precipitar por 4 hrs; el precipitado se recuperó con una pipeta de plástico y se colocó en un vial con alcohol etílico al 70% para su posterior análisis.

Procesamiento de muestras.

Disección de organismos.

Todos los juveniles de abulón recolectados del hábitat, laboratorio de producción de semilla y cultivo *in vitro*, fueron disecados en el laboratorio de Fitoplancton del CICIMAR-IPN. En cada uno de los abulones y con ayuda de un estereoscopio (en caso de ser necesario), se localizó el hepatopáncreas y el intestino. Para extraerlo se utilizaron un bisturí y unas pinzas de disección; una vez separados del organismo, ambos se cortaron a la mitad longitudinalmente; se recuperó el contenido (estomacal) con una pipeta de plástico y se colocó en un tubo de ensaye.

Oxidación de la materia orgánica.

De todas las muestras obtenidas (raspados de los estanques, cepillados de las rocas, contenidos estomacales y heces) se eliminó la materia orgánica con una mezcla de alcohol comercial y ácido nítrico en una proporción de 1:3:5 según Siqueiros-Beltrones & Voltolina (2000), variando las proporciones en algunos casos, dependiendo de la cantidad de materia orgánica en la muestra. Una vez oxidada la materia orgánica, se hicieron lavados repetitivos con agua destilada hasta obtener un pH >6. Finalmente, se montaron dos laminillas permanentes por muestra, utilizando Pleurax (resina sintética de I.R. 1.7).

Identificación de la flora diatomológica.

De las lamillas permanentes se hizo un barrido con un microscopio de contraste de fases a 1000x, tomando fotografías de los especímenes más representativos para facilitar su identificación y la elaboración del registro iconográfico (Apéndice 4).

La identificación de las diatomeas se hizo con base en claves y descripciones hechas en trabajos clásicos según: Schmidt *et al.* (1874-1959), Van Heurck (1896), Hustedt (1930 a, b, 1955, 1959, 1961-1966), Cleve-Euler (1951-1955), Peragallo & Peragallo (1897-1908) y Hendey (1964); pero, principalmente con literatura más reciente (Witkowski *et al.*, 2000) y trabajos realizados para la región (Laws, 1988; Siqueiros-Beltrones, 2002a; Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2004). Las actualizaciones nomenclaturales, taxonómicas y sistemáticas se basaron en el trabajo de Round *et al.* (1990).

Análisis de la estructura de las asociaciones de diatomeas.

Para el análisis de la estructura de las asociaciones de diatomeas, se contaron 500 valvas por muestra y se aplicaron índices ecológicos de acuerdo con Siqueiros-Beltrones (2002a).

La diversidad se calculó utilizando el índice de Shannon (H') con $\log_2$ (Brower & Zar, 1984); la equidad de la distribución de los individuos entre las especies con el índice de Pielou (J') (Pielou, 1969); y la dominancia de especies con el índice de Simpson (λ) (Brower & Zar, 1984); se utilizó el programa Primer versión 6.1.

La similitud entre contenidos estomacales se hizo con base en la medida de similitud de especies, para lo cual se calcularon los índices de Jaccard (Magurran, 1988)

y de Bray-Curtis (Brower & Zar, 1984). A manera de referencia se tomó la similitud entre submuestras de una misma muestra, para determinar si dos muestras o más podrían considerarse como grupos en las clasificaciones resultantes (dendrogramas), *i.e.*, 80% de similitud.

Componentes acumulativos.

Para determinar si el número de organismos revisados fue suficiente para representar a las diatomeas que conforman la dieta de los juveniles de abulón, se graficó para cada sitio y para cada fecha de muestreo, el número de componentes acumulativos en los estómagos analizados, en donde: el primer punto de la gráfica corresponde al número de especies de diatomeas encontradas en el primer estómago, el segundo punto corresponde al número de especies encontradas en el primer estómago más las especies nuevas encontradas en el segundo estómago, el tercer punto corresponde al número de especies acumuladas en el primer y segundo estómago más las especies nuevas encontradas en el tercer estómago y que no se presentaran ni en el primer ni en el segundo estómago, y así sucesivamente hasta relacionar el total de estómagos analizados (Bocanegra-Castillo *et al.*, 2000).

RESULTADOS

Componentes acumulativos.

En Clam Bay (Fig. 2), se encontró que los siete especímenes recolectados en junio del 2004 fueron suficientes para representar a las diatomeas abundantes (responsables de la estructura de las asociaciones) aunque no así a las raras, ya que la aparición de éstas sigue incrementándose; mientras que en noviembre del 2003 los 27 especímenes fueron suficientes; incluso, a partir del 23avo estómago las diatomeas raras no incrementan de manera importante; por lo que para esto último 23 estómagos hubiera sido suficiente. Sin embargo, extraer 23 juveniles del hábitat a menudo no es factible (como ocurrió en junio del 2004) dada la escases del recurso.

Al comparar ambas fechas se observa que, con que el mismo número de organismos analizados, la riqueza específica en junio 2004 es mayor, por lo que, si bien

en esta fecha las especies raras no están bien representadas, no ocurre lo mismo con las especies comunes.

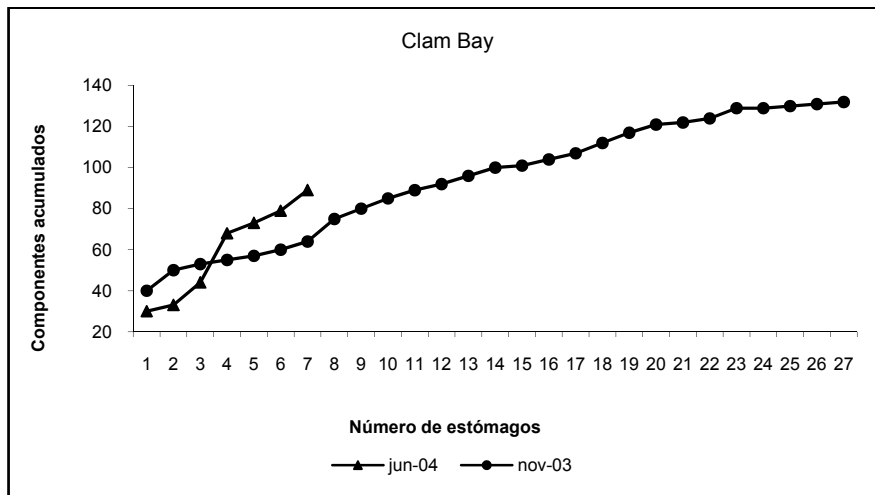


Figura 2. Número de diatomeas nuevas acumuladas en el contenido estomacal de juveniles de abulón azul examinados (Clam Bay).

En el laboratorio de producción de semilla de Bahía Tortugas (Fig. 3) se encontró que, el número de muestras compuestas (muestras con más de dos organismos) revisadas en ambas fechas, es suficiente para representar a las especies abundantes, pero no fue suficiente para representar a las diatomeas raras, ya que la línea en la gráfica no llega a una asíntota, a pesar de que cada muestra contenía varios especímenes, a diferencia de Clam Bay (cada organismo una muestra). Con base en lo anterior, se infiere que si se pretende trabajar con las especies de diatomeas abundantes, se puede hacer ya sea con pocos organismos (1 organismo por muestra) o con pocas muestras compuestas, en donde además parece no importar el número de organismos por muestra sino el número de muestras examinadas. Por otro lado, el hecho de incluir organismos en una muestra facilita el conteo de diatomeas que muchas veces resultan escasas, ya que el contenido estomacal recuperado en ocasiones es poco, ya sea porque el estómago de los organismos se encontraba prácticamente vacío o los juveniles a trabajar son de tallas muy pequeñas y no son suficiente, requiriéndose así más especímenes por muestra. Por otro lado, si se quiere trabajar con las especies de diatomeas raras, es necesario trabajar con más de cinco muestras, como se observa en la Fig. 3.

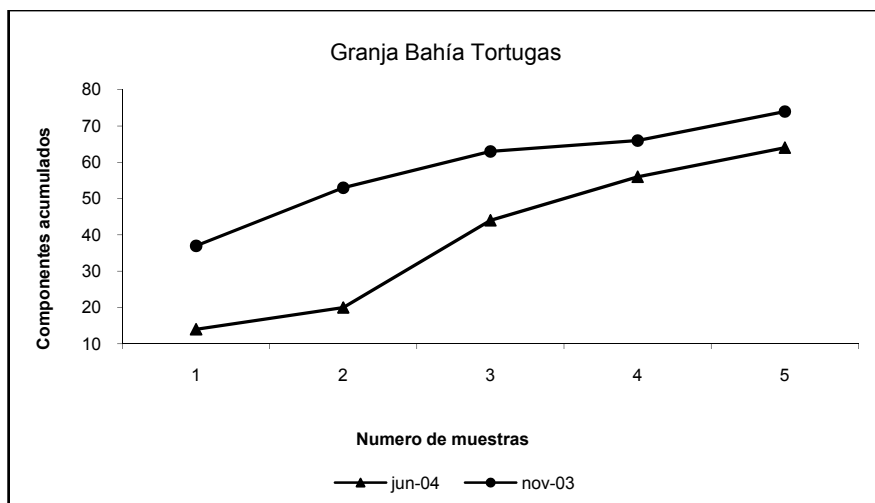


Figura 3. Número de diatomeas nuevas acumuladas en el contenido estomacal de juveniles de abulón azul (Laboratorio de producción de semilla Bahía Tortugas).

En el cultivo *in vitro* (Fig. 4), se encontró que en los tres estanques, después de analizar siete muestras compuestas o el equivalente a 35 organismos, el número de especies raras ya no aumenta de manera importante, por lo que se considera que las diatomeas ingeridas por los juveniles de abulón, están bien representadas. Sin embargo, no siempre se dispone de una muestra grande. Por otro lado, cuando son alimentados con *Macrocystis pyrifera* (estanque B), se observa que la riqueza específica es menor, así como el número de diatomeas raras, aunque se requiere el mismo número de muestras para que la línea se comporte de la misma manera que en los estanques A y C.

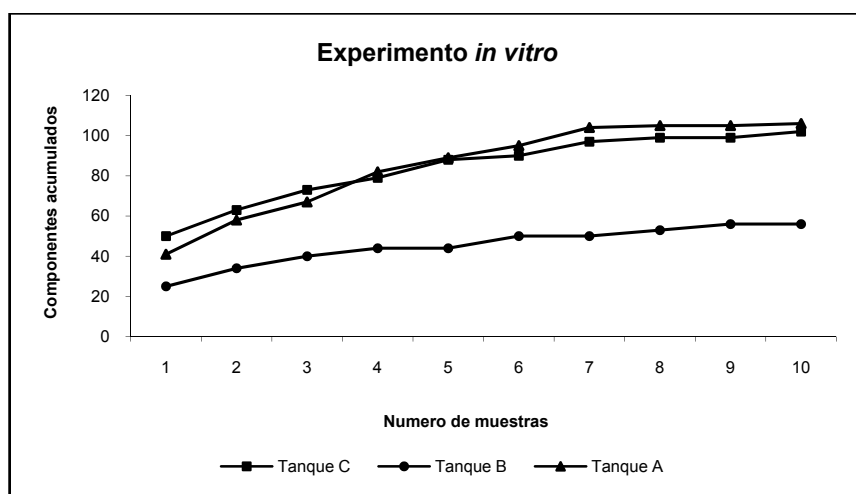


Figura 4. Número de diatomeas nuevas acumuladas en el contenido estomacal de juveniles de abulón rojo cultivados *in vitro*.

Estructura de la asociación de diatomeas.

Durante la revisión de las laminillas, se identificaron un total de 260 taxa de diatomeas (apéndice 1), de los cuales 235 aparecen en los conteos de los contenidos estomacales y como flora disponible para consumo de abulones. En el catálogo iconográfico se incluyen las mejores imágenes que sirvieron para identificar a las especies (apéndice 4).

Debido a que en este trabajo se hizo un análisis cuantitativo de las diatomeas encontradas en los contenidos estomacales, se consideraron a las diatomeas abundantes como el componente más importante en la dieta de los juveniles de abulón, por lo que en los resultados se hace énfasis en aquellas que representaron el 80% de la abundancia total en cada caso. Con esto bien se puede determinar si los abulones presentan cierta preferencia o no por algunos taxa de diatomeas.

Hábitat del abulón.

Se identificaron un total de 167 taxa de diatomeas, considerando tanto contenidos estomacales de los juveniles de abulón azul como los de la roca de junio de 2004.

En los raspados de la roca se identificaron 84 taxa, mientras que en los contenidos estomacales se identificaron 144 taxa, para ambas fechas (apéndice 2), 130 en noviembre de 2003 y 89 en junio de 2004. El 42% de la riqueza específica total lo representaron diatomeas epifitas. Por otro lado, son entre 12 y 14 las especies que representan el 80% de la abundancia total en cada caso (Tabla 3).

El 65% de las especies que son abundantes en los contenidos estomacales de junio del 2004 lo son también en la roca de esa misma fecha. Por otro lado, seis de las especies abundantes se encuentran tanto en los contenidos estomacales (ambas fechas) como en la roca (especies en negritas de la Tabla 3).

Tabla 3. Especies que representan el 80% de la abundancia total en Clam Bay. En negritas los taxa que se encuentran tanto en noviembre de 2003 como en junio de 2004, así como en la roca de junio 2004; **O**: taxón dominante en cada caso.

Taxón	Nov 2003	Jun 2004	Roca Jun 2004
<i>Gomphonemopsis pseudoexigua</i>		O	x
<i>Cocconeis speciosa</i>	x	x	O
<i>Gomphoseptatum aestuari</i>	x	x	
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>		x	x
<i>Cocconeis costata</i> var. <i>hexagona</i>	x	x	x
<i>Licmophora paradoxa</i>		x	
<i>Cocconeis costata</i> var. <i>pacifica</i>		x	x
<i>Tabularia investiens</i>	x	x	x
<i>Hyalosira delicatula</i>		x	
<i>Cocconeis californica</i> var. <i>californica</i>	x	x	x
<i>Eunotogramma</i> sp.1	x	x	
<i>Navicula</i> sp. 1	x	x	x
<i>Cocconeis diminuta</i>	x	x	x
<i>Rhoicosphenia genuflexa</i>	O		x
<i>Hyalinella</i> sp. 1	x		
<i>Grammatophora hamulifera</i>	x		
<i>Cuneolus</i> sp 1.	x		
<i>Grammatophora marina</i>			x
<i>Nitzschia distans</i>			x
<i>Amphora pediculus</i>			x
<i>Amphora pusio</i> var. <i>parvula</i>			x

Tomando en cuenta la abundancia total de diatomeas en los contenidos estomacales para ambas fechas, tenemos que el 80% lo representan 14 taxa de diatomeas epifitas, sin embargo solo ocho se encuentran en ambas fechas (Tabla 4).

Tabla 4. Abundancia relativa (A.R.) y acumulada (A.A.) de las diatomeas más abundantes en el contenido estomacal de *Haliotis fulgens* (abulón azul). En negritas los taxa encontrados en ambas fechas de muestreo.

Taxón	A.R. (%)	A.A. ($\Sigma\%$)
<i>Rhoicosphenia genuflexa</i>	11.0	11.0
<i>Cocconeis californica</i> var. <i>californica</i>	10.5	21.5
<i>Eunotogramma</i> sp.1	9.0	30.5
<i>Cocconeis speciosa</i>	8.8	39.3
<i>Navicula</i> sp. 1	6.3	45.6
<i>Gomphoseptatum aestuari</i>	6.2	51.8
<i>Hyalinella</i> sp. 1	5.8	57.6
<i>Gomphonemopsis pseudoexigua</i>	4.0	61.6
<i>Cocconeis costata</i> var. <i>hexagona</i>	3.9	65.5
<i>Grammatophora hamulifera</i>	3.4	68.9
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>	3.3	72.2
<i>Cocconeis diminuta</i>	3.1	75.3
<i>Tabularia investiens</i>	2.7	78.0
<i>Cocconeis costata</i> var. <i>pacifica</i>	2.4	80.4

La diversidad (H') medida de la asociación de diatomeas tanto en la roca (4.2), como en los contenidos estomacales de juveniles de abulón azul (promedio 3.3) fue en general alta. El valor de dominancia en la roca fue de (0.11) y en los contenidos estomacales, para noviembre 2003 van de 0.06 a 0.44, y en junio 2004 de 0.09 a 0.68 (Tabla 5).

Tabla 5. Talla (mm) de los juveniles, valores de riqueza específica (S), equidad (J'), diversidad (H') y dominancia (λ), de la asociación de diatomeas encontrada en los contenidos estomacales de *Haliotis fulgens* (abulón azul) y en la roca. En negritas los valores más bajos y altos de diversidad.

	Fecha	(mm)	S	J'	H'	λ
Contenido Estomacal	Nov 2003	19	30	0.63	3.11	0.19
		20	47	0.66	3.67	0.17
		22	28	0.64	3.08	0.25
		23	43	0.77	4.15	0.11
		23	32	0.59	2.97	0.28
		26	34	0.82	4.15	0.08
		26	28	0.52	2.49	0.39
		27	15	0.39	1.52	0.44
		29	22	0.79	3.53	0.11
		30	20	0.61	2.62	0.27
		30	29	0.73	3.56	0.16
		31	40	0.66	3.51	0.18
		32	39	0.72	3.82	0.12
		32	40	0.84	4.47	0.06
		35	22	0.51	2.28	0.32
		36	28	0.54	2.61	0.37
		38	25	0.73	3.40	0.15
		40	20	0.49	2.12	0.43
		40	42	0.78	4.22	0.08
		40	39	0.74	3.93	0.10
		41	38	0.76	3.97	0.10
		43	24	0.62	2.83	0.20
		46	29	0.56	2.70	0.31
		48	30	0.66	3.26	0.17
		48	36	0.80	4.12	0.09
		52	48	0.77	4.30	0.08
		53	35	0.68	3.48	0.16
	Jun 2004	16	30	0.58	2.84	0.27
		17	39	0.79	4.15	0.09
		32	48	0.78	4.36	0.09
		37	33	0.62	3.13	0.19
		39	39	0.72	3.81	0.15
		57	28	0.73	3.53	0.13
		74	12	0.29	1.05	0.68
Roca	Jun 2004		84	0.70	4.27	0.10

Los valores altos de dominancia en algunos contenidos estomacales fueron causados por las abundancias de *Cocconeis californica* var. *californica*, *Eunotogramma* sp. 1 y *Rhoicosphenia genuflexa*; son diatomeas epifitas que llegaron a representar casi el 50% de la abundancia total.

Para conocer si existía diferencia en la dieta consumida *in situ* entre los juveniles de distintas tallas de abulón azul (16-74 mm), se separaron los organismos (de ambas fechas) menores de 30 mm y mayores de 30 mm y se aplicaron los índices de similitud de Bray-Curtis y de Jaccard. Sin embargo, con ninguna de las técnicas de similitud se observó agrupación que evidenciara discriminación alimentaria (Apéndice 3). Del mismo modo, se observó que no había agrupación por fechas, por lo que se hicieron dos clasificaciones en donde se incluyen todos los juveniles. Así, se obtuvo (Fig. 5) la formación de un solo grupo a un 47% de similitud y cuatro organismos fuera de este. Si bien el grupo está formando casi al 50%, dentro de este se unen otros organismos con porcentajes más elevados, lo que podría indicar que estas uniones se deben sobre todo a la distribución azarosa de ciertas especies de diatomeas en el medio. Por otra parte, no obstante que los taxa dominantes podrían influir en las medidas de similitud del índice de Bray-Curtis, las similitudes se mantienen bajas y sin definición de grupos.

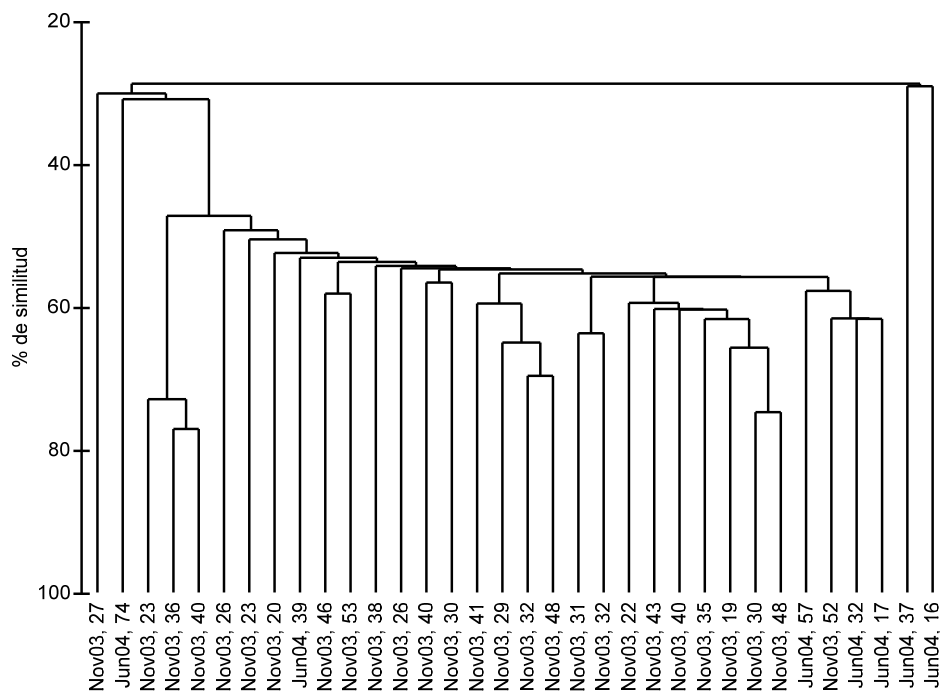


Figura 5. Similitud de Bray-Curtis entre contenidos estomacales con todos los organismos. El número final de la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.

Por otro lado, cuando se toma en cuenta presencia-ausencia de especies (Jaccard), no se observa agrupación (Fig. 6).

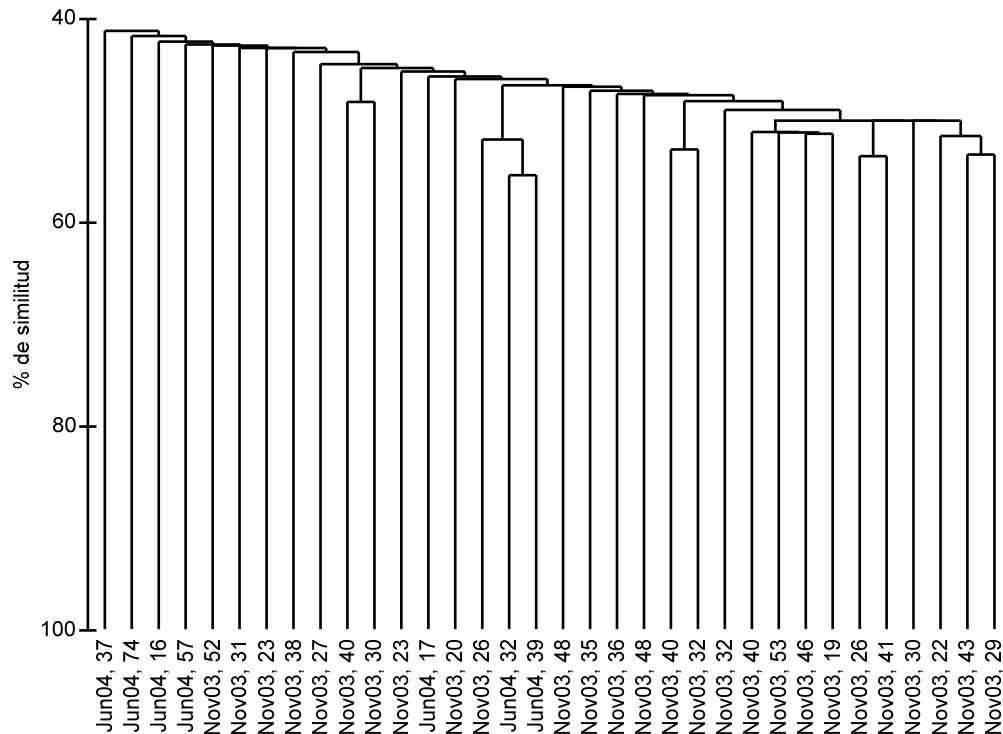


Figura 6. Similitud de Jaccard entre contenidos estomacales con todos los organismos. El número final de la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.

De esta manera, la hipótesis nula de que no existe diferencia entre la asociación de diatomeas consumida por juveniles de abulón azul menores de 30 mm y mayores de 30 mm, así como entre juveniles de abulón recolectados en diferentes fechas no puede ser rechazada.

Para conocer si existía diferencia entre la asociación de diatomeas que se encuentra en la roca y la que se encuentra conformando la dieta natural de juveniles de abulón, se incluyeron solo a los organismos de junio del 2004 y las diatomeas encontradas en la roca para esa misma fecha.

Así, el análisis de Bray-Curtis (abundancia) (Fig. 7), muestra la formación de un grupo en donde se incluye también la muestra de la roca, aunque en un valor muy bajo de similitud (cerca del 30%), y fuera de este grupo dos organismos, uno de 16 y otro de 37 mm. Sin embargo, la formación del grupo pareciera ser azarosa, lo cual se confirma en el dendrograma de presencia-ausencia de especies (Jaccard) en donde no hay

formación de grupos (Fig. 8). Esto es, el consumo de diatomeas es también indiscriminado independientemente de las diferencias en tallas, dentro de este intervalo.

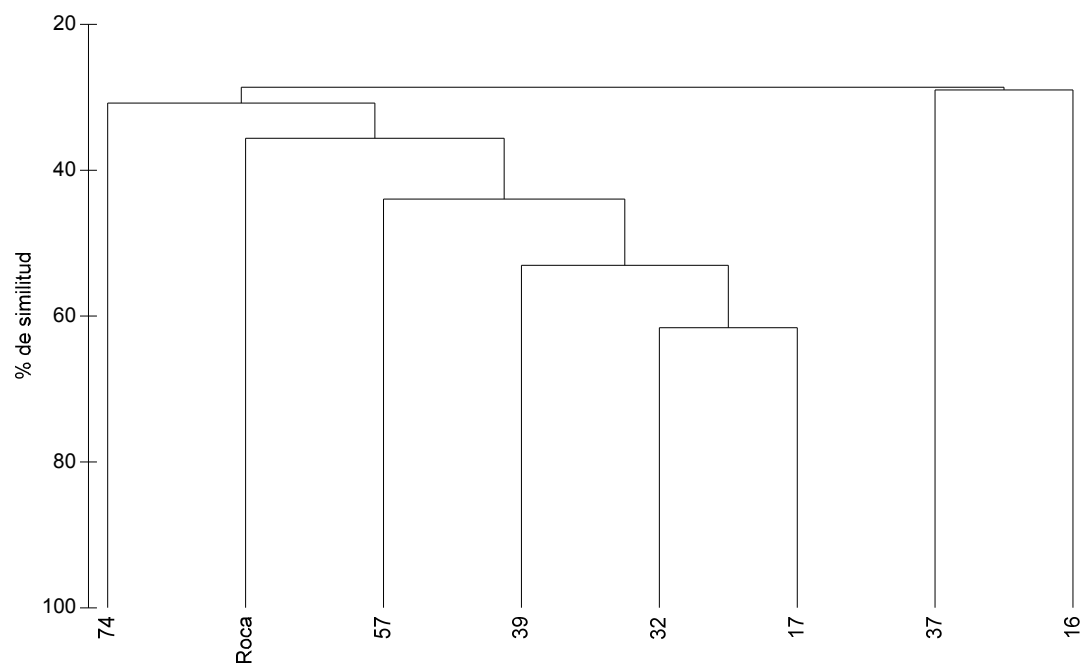


Figura 7. Similitud de Bray-Curtis con los juveniles y roca recolectados en junio 2004. El número en la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.

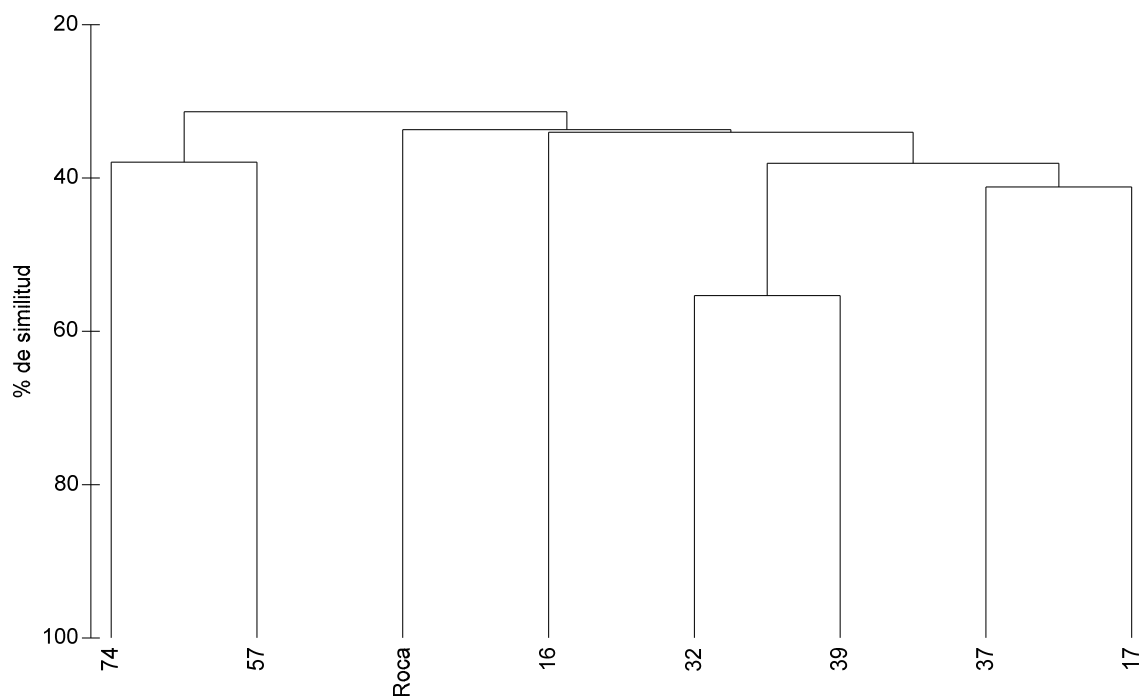


Figura 8. Similitud de Jaccard con los juveniles y roca recolectados en junio 2004. El número en la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.

Laboratorio de producción de semilla de abulón.

Se identificaron un total de 92 taxa, todos en el contenido estomacal, mientras que en los estanques solo se encontraron 24 taxa (apéndice 2). Los géneros mejor representados en el contenido estomacal fueron *Cocconeis* y *Nitzschia*.

La riqueza específica encontrada en los contenidos estomacales de los juveniles bajo condiciones de cultivo resultó menor que la registrada en los juveniles extraídos de Clam Bay (144 taxa).

Entre seis y 14 taxa representaron el 80% de la abundancia total en los contenidos estomacales, mientras que entre uno y dos taxa lo son para los estanques. La dominancia por algunos taxa en los estanques se ve reflejado en los contenidos estomacales en donde también resultan abundantes (sep 2003 y nov 2003) e incluso dominantes (jun 2004). *Melosira nummuloides* es la especie dominante en los estanques, tanto de septiembre 2003 como de junio 2004 y en los contenidos estomacales de junio 2004, mientras que en noviembre 2003 la especie dominante fue *Nitzschia ruda* tanto en los estanques como en los contenidos estomacales (Tabla 6).

Tabla 6. Especies que representan el 80% de la abundancia total en los contenidos estomacales (C.E.) de juveniles de *Haliotis fulgens* (abulón azul) y en las paredes de los estanques. O: taxón dominante. En negritas las especies que se encuentran en los C.E. en las tres fechas.

	Sep 2003		Nov 2003		Jun 2004	
	C.E.	Estanque	C.E.	Estanque	C.E.	Estanque
<i>Achanthes pseudogroelandica</i>		x	x		x	
<i>Achnanthes yaquinensis</i>	x					
<i>Amphora coffeaeformis</i> var. <i>salina</i>			x			
<i>Amphora pediculus</i>			x	o		
<i>Cocconeopsis</i> sp. 1			x			
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>			x			
<i>Cocconeis speciosa</i>	o		x		x	
<i>Cocconeis stauroneiformis</i>					x	
<i>Gomphoseptatum aestuari</i>			o			
<i>Grammatophora undulada</i>			x			
<i>Licmophora gracilis</i> var. <i>gracilis</i>	x					
<i>Melosira nummuloides</i>	x	o	x		o	O
<i>Navicula hamulifera</i>			x			
<i>Navicula ramossissima</i>	x					
<i>Navicula</i> sp. 1	x		x		x	
<i>Nitzschia frustulum</i>			x			
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perminuta</i>			x		x	
<i>Nitzschia ruda</i>	x		x	x		
<i>Rhoicosphenia genuflexa</i>	x					

El 80% de la abundancia total en los contenidos estomacales para las tres fechas, lo representaron 13 taxa de diatomeas (Tabla 7). Sin embargo, solo tres de estos se encontraron en las tres fechas de muestreo: *Melosira nummuloides*, *Cocconeis speciosa* y *Navicula* sp. 1.

Tabla 7. Abundancia relativa (A.R.) y acumulada (A.A.) de las especies más abundantes de diatomeas en el contenido estomacal de juveniles de *Haliotis fulgens* (abulón azul).

Taxón	A.R. (%)	A.A. ($\Sigma\%$)
<i>Melosira nummuloides</i>	29.2	29.2
<i>Cocconeis speciosa</i>	9.8	39.0
<i>Gomphoseptatum aestuari</i>	8.9	47.9
<i>Achanthes pseudogroenlandica</i>	5.8	53.7
<i>Navicula</i> sp. 1	5.0	58.7
<i>Amphora pediculus</i>	4.4	63.1
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>	3.2	66.4
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perminuta</i>	2.5	68.9
<i>Nitzschia ruda</i>	2.5	71.3
<i>Amphora coffeaeformis</i> var. <i>salina</i>	2.3	73.7
<i>Grammatophora undulada</i>	2.2	75.9
<i>Navicula ramossisima</i>	2.1	78.0
<i>Nitzschia frustulum</i>	2.0	80.0

Los valores de H' en los contenidos estomacales fueron en general altos, pero variaron entre 0.5 y 4.1 ($\bar{H}=3$). Mientras que en los estanques fueron en general bajos (de 0.3 a 1.9) coincidiendo también con valores bajos de equidad (0.10 a 0.50), mientras que los de dominancia son relativamente altos (0.42 a 0.93) (Tabla 8).

Los valores más altos de diversidad en los contenidos estomacales se presentaron en noviembre 2003, dichos valores coinciden con valores relativamente altos de riqueza específica (23-41) y equidad (0.62-0.77) y bajos de dominancia (0.10-0.23). En los contenidos estomacales de junio 2004, se presentan pocas muestras con valores bajos de diversidad los cuales están entre 0.8 y 0.5, coincidiendo además, con una riqueza específica (14-13) y equidad baja (0.22-0.13), así como valores muy altos de dominancia (0.80-0.90).

Por otro lado, se observa (Tabla 8) que el número de juveniles por muestra no se relaciona con el valor de riqueza específica de diatomeas encontrada.

Tabla 8. Talla promedio (mm), número de juveniles de *Haliotis fulgens* (abulón azul) por muestra (N), valores de riqueza específica (S), equidad (J'), diversidad (H') y dominancia (λ), tanto en contenidos estomacales como en los estanques. Valores más bajos y altos en negritas.

	Fecha	N	mm	S	J	H'	λ
Contenido Estomacal	Nov 2003	6	15	37	0.62	3.2	0.23
		5	18	36	0.68	3.5	0.16
		12	13	41	0.77	4.1	0.09
		6	21	32	0.75	3.8	0.11
	Sep 2003	7	17	35	0.76	3.9	0.10
		15	21	28	0.57	2.7	0.33
	Jun 2004	15	13	17	0.75	3.1	0.15
		12	10	14	0.22	0.8	0.80
		8	6	13	0.13	0.5	0.90
		3	23	36	0.56	2.9	0.29
		2	29	40	0.68	3.6	0.17
Estanques	Nov 2003			13	0.50	1.9	0.42
	Sep 2003			16	0.38	1.5	0.56
	Jun 2004			9	0.10	0.3	0.93

Al medir la similitud mediante el índice de Bray-Curtis para conocer si había diferencia entre las fechas de recolecta en los estanques (tomando en cuenta la abundancia de las especies), la asociación de diatomeas en los estanques de cultivo en junio del 2004 y septiembre del 2003 forman un grupo con un alto valor de similitud (80.6%), mientras que las muestras de los estanques en noviembre de 2003 se segregaron y el valor de similitud es del 3.7% (Fig. 9). Sin embargo, cuando se toma en cuenta solo la presencia-ausencia de especies (Jaccard) (Fig. 10), si bien se mantiene el grupo, el valor de similitud es bajo (39%).

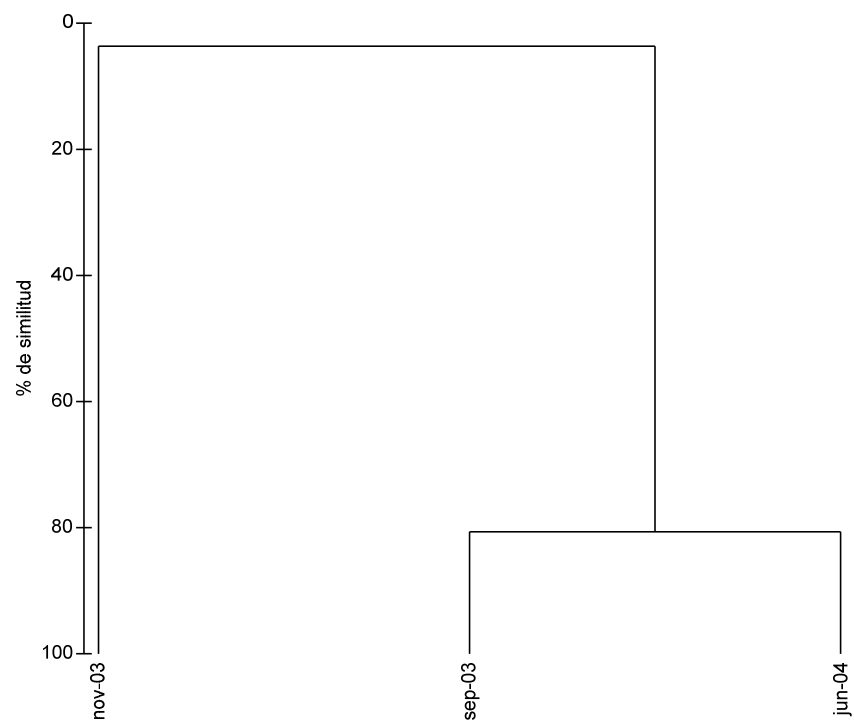


Figura 9. Similitud de Bray-Curtis de las tres fechas de muestreo, de la asociación de diatomeas en los estanques de cultivo.

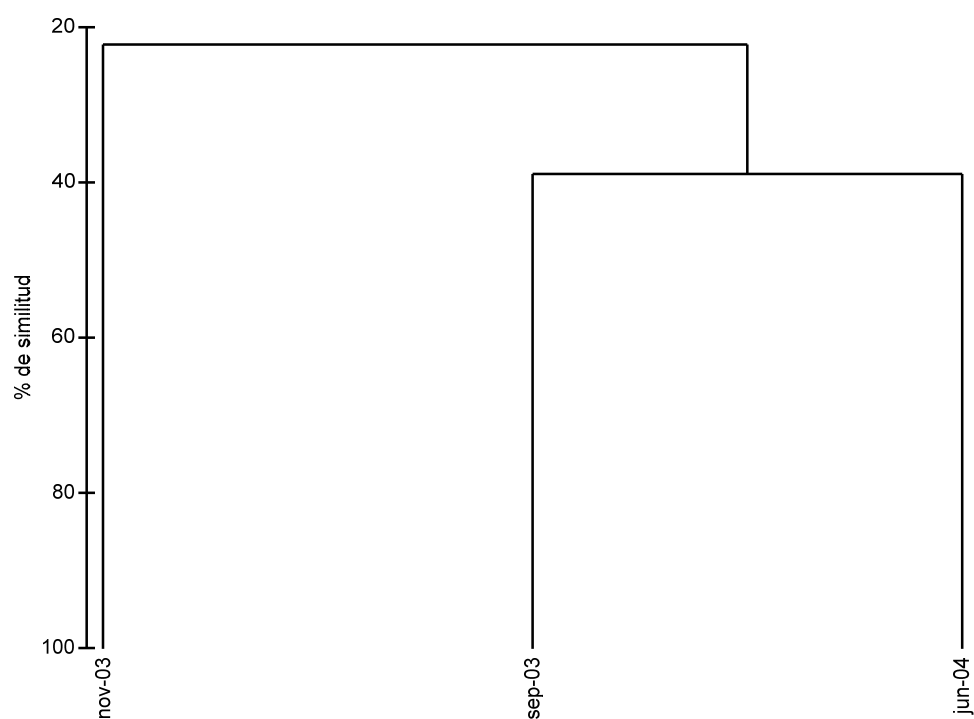


Figura 10. Similitud de Jaccard de las tres fechas de muestreo, de la asociación de diatomeas en los estanques de cultivo.

Al calcular la similitud para conocer si había diferencia entre los contenidos estomacales de los juveniles de abulón recolectados en las distintas fechas, se observó que, tomando en cuenta la abundancia de las especies, todos los abulones recolectados en junio 2004 y tres organismos de noviembre 2003 forman un grupo, mientras que los organismos de septiembre 2003 y dos de noviembre 2003, se mantienen fuera del grupo (Fig. 11). Sin embargo, cuando se toma en cuenta la presencia-ausencia de especies (Jaccard) (Fig. 12), el grupo no se conserva, ya que todos los organismos se mantienen unidos en un grupo aunque con valores bajos de similitud (35%). Por otro lado, no se observó formación de grupos en función de la talla de los organismos por lo menos entre los seis y 29 mm.

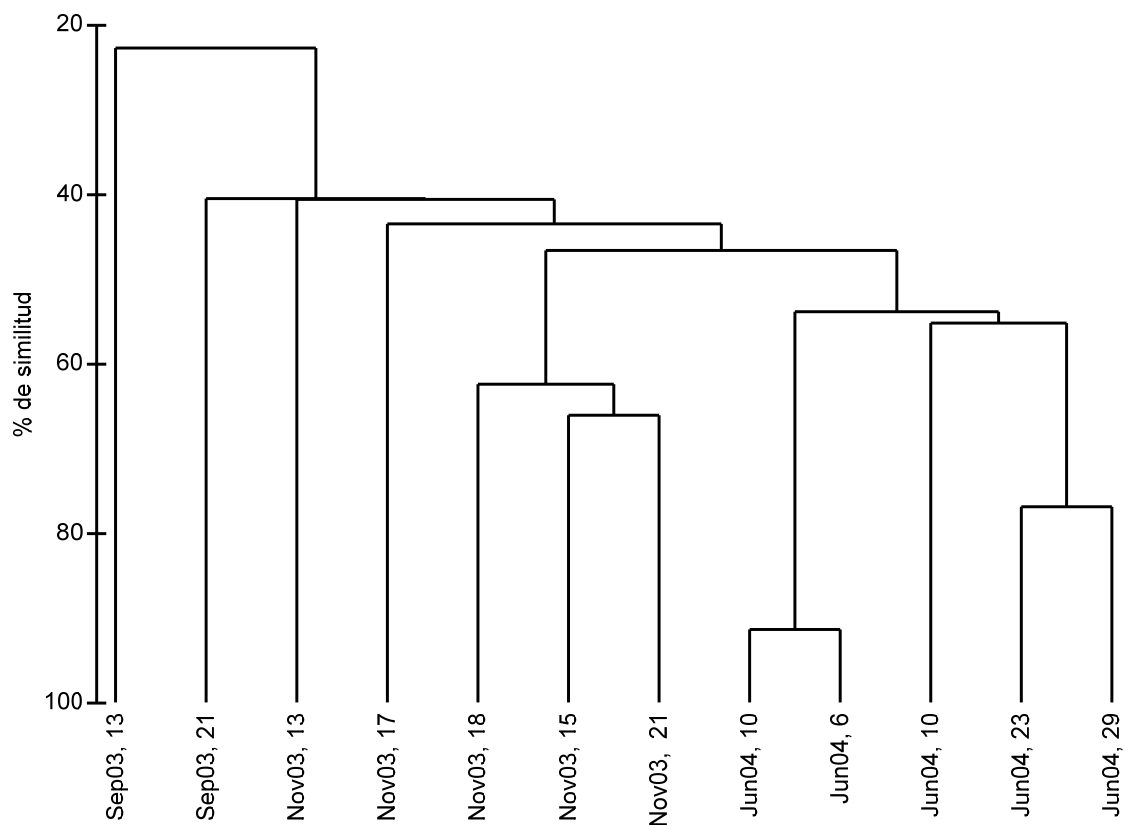


Figura 11. Similitud de Bray-Curtis de los contenidos estomacales de abulón azul para las tres fechas de muestreo. El número al final de la etiqueta indica la talla en mm de los organismos examinados.

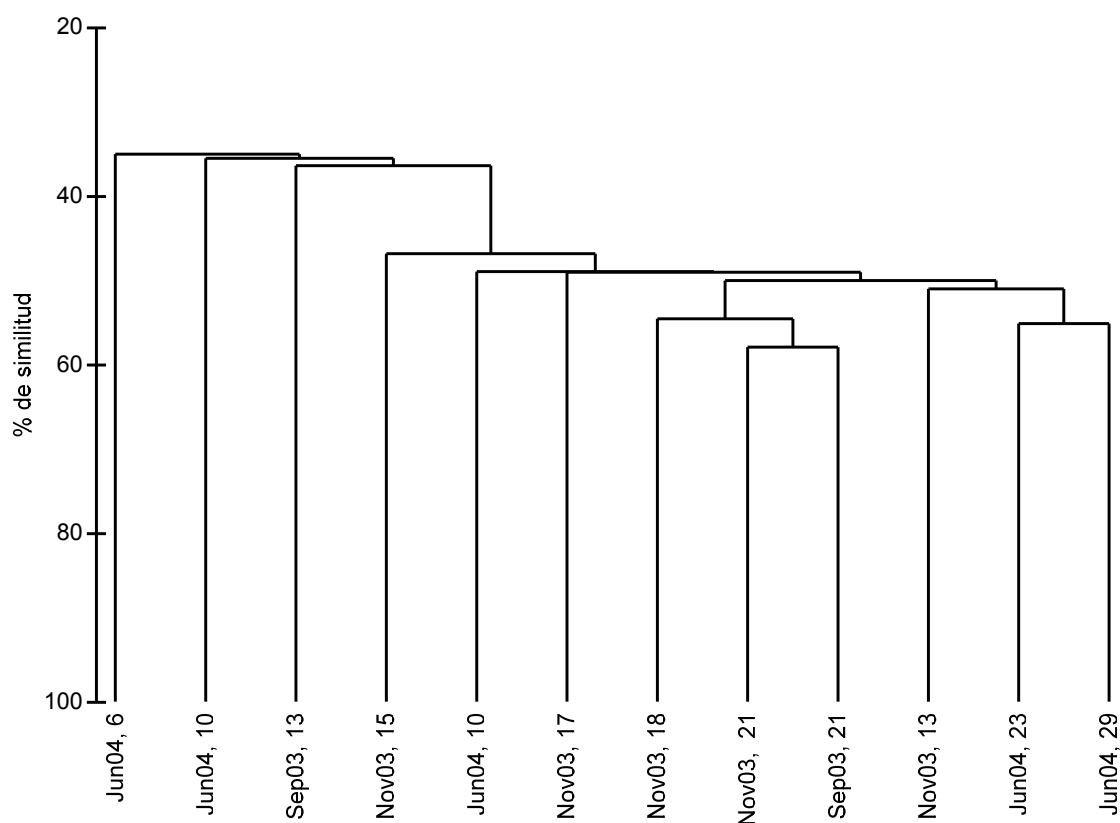


Figura 12. Similitud de Jaccard de los contenidos estomacales para las tres fechas. El número de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los juveniles en cada muestra compuesta.

Para conocer si había diferencia entre lo que se encontró en los contenidos estomacales y lo que se desarrolló en los estanques, se incluyeron en las comparaciones las muestras de los estanques. Lo que se obtuvo mediante Bray-Curtis (Fig. 13) fue similar a lo que se observa en la figura 11, a diferencia de que en el grupo donde se ubican a todos los organismos de junio 2004 y tres muestras de noviembre 2003, se incluyen los raspados de los estanques de junio 2004 y septiembre 2003; esto debido a que *Melosira nummuloides* domina tanto en los contenidos estomacales de junio 2004 como en los estanques de junio 2004 y septiembre 2003.

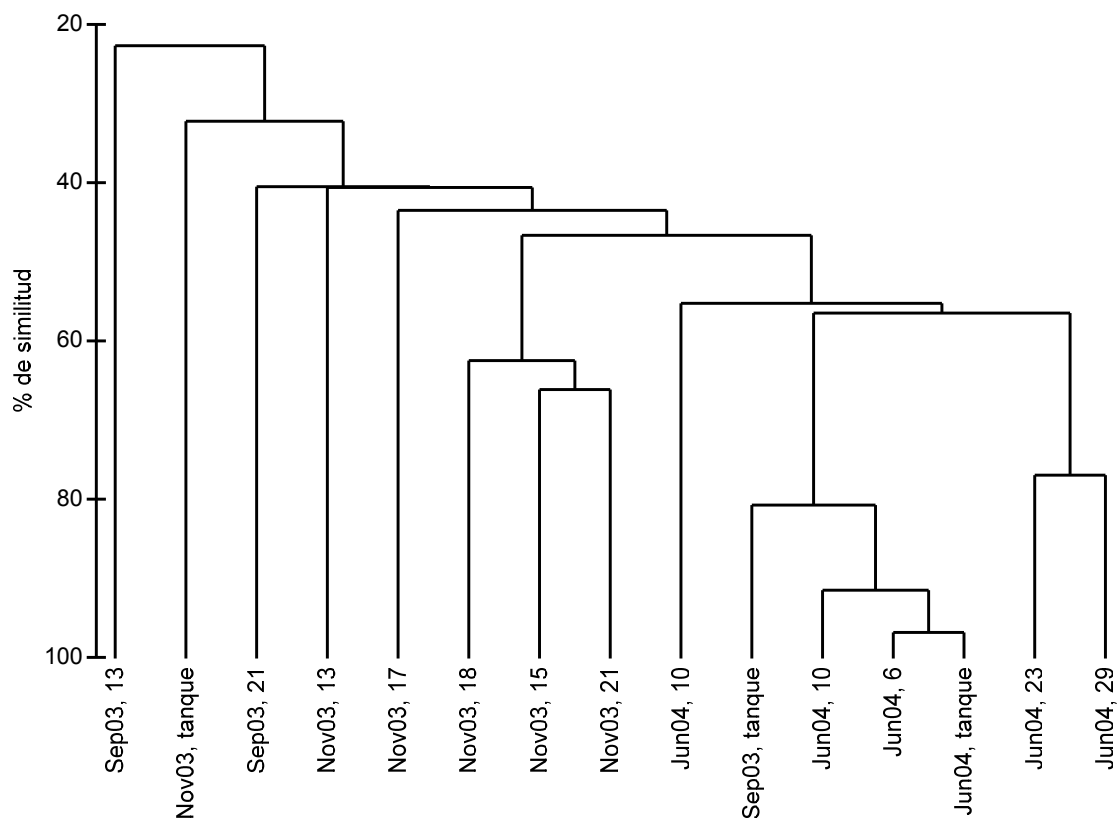


Figura 13. Similitud de Bray-Curtis de los contenidos estomacales para las tres fechas y los raspados de los estanques. El número de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los juveniles en cada muestra compuesta.

Cuando se toma en cuenta solo presencia-ausencia de especies (Jaccard), la agrupación desaparece (Fig. 14). Ello confirma que el consumo de diatomeas por parte de los juveniles de abulón es azaroso.

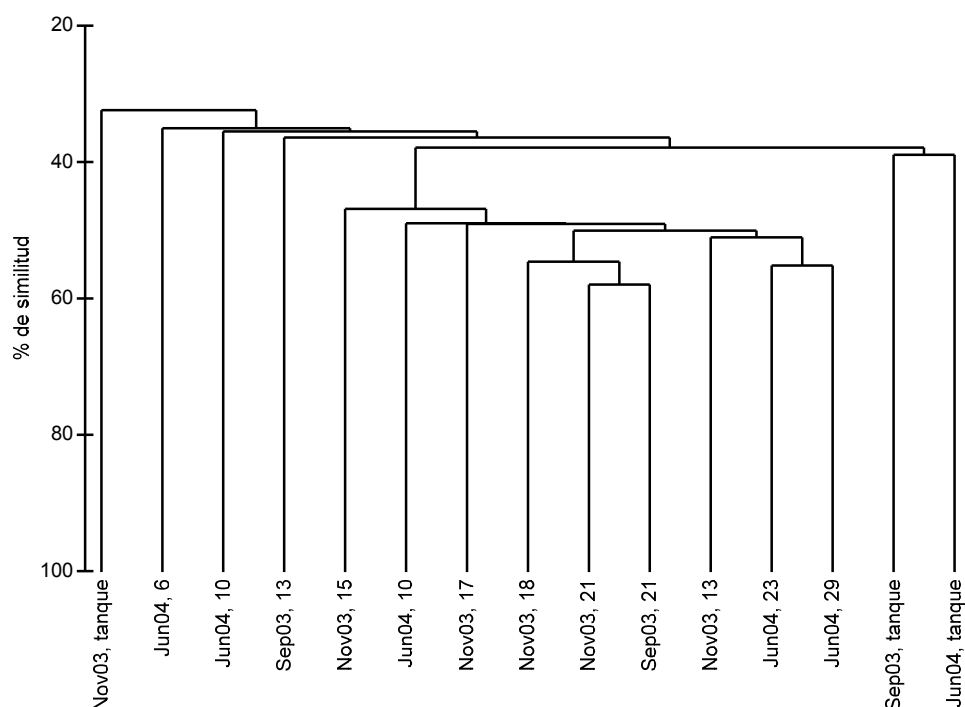


Figura 14. Similitud de Jaccard de contenidos estomacales de abulón azul para las tres fechas de muestreo y los raspados de los estanques. El número de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los juveniles en cada muestra compuesta.

Cultivo *in vitro* experimental.

Durante el cultivo *in vitro* experimental, del total de juveniles (150), se murió el 4% de los organismos: un abulón del estanque A, tres del estanque B y dos del estanque C.

Se identificaron un total de 171 taxa: 123 en los raspados de los estanques, 35 en las rocas, 143 en los contenidos estomacales y 38 en las heces.

El género mejor representado es *Cocconeis* cuya abundancia y riqueza específica sobresalen también en los de abulones de Clam Bay.

Tomando en cuenta los taxa de diatomeas que representaron el 80% de la abundancia total (Tabla 9), resaltan las especies del género *Achnanthes* como las más abundantes en el estanque que se mantuvo con rocas y sin abulones (estanque E), mientras que en el resto de los estanques lo son las especies de los géneros *Cocconeis* y *Amphora*. En cuanto a los contenidos estomacales, tenemos que las especies del género *Cocconeis* están bien representadas en aquellos organismos que fueron alimentados con diatomeas de las rocas (estanque A y C) y no así para los juveniles alimentados con *Macrocystis pyrifera* en donde no se observan géneros bien representados.

Tabla 9. Especies que representaron el 80% de la abundancia total. O: indican el taxón dominante en cada caso. R: raspado, C.E.: contenido estomacal de juveniles de *Haliotis rufescens* (abulón rojo). Estanque A (juveniles y rocas), B (juveniles y *Macrocystis pyrifera*), C (juveniles y rocas), D (agua de mar) y E (rocas sin juveniles).

	Roca	A		B		C		D	E
		R	C.E.	R	C.E.	R	C.E.		
<i>Achanthes kuwaitensis</i>									O
<i>Achanthes pseudogroenlandica</i>									x
<i>Achnanthes amoena</i>									x
<i>Achnanthes biasoletiana</i>									x
<i>Achnanthes brevipes</i>									x
<i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i>									x
<i>Achnanthes</i> cf. <i>groenlandica</i>									x
<i>Achnanthes orientalis</i>				x					
<i>Amphora acutiuscula</i>			x			x		x	
<i>Amphora</i> cf. <i>acutiuscula</i>								x	
<i>Amphora coffeaeformis</i> var. 1		x		x					
<i>Amphora pediculus</i>		x	x	O	x	x	x	x	
<i>Amphora pusio</i> var. <i>párvula</i>		x		x				x	
<i>Cocconeis diminuta</i>		x	x			x	x		
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>	O	O	O			O	O		
<i>Cocconeis heteroidea</i>	x								
<i>Cocconeis scutellum</i>	x						x		
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>	x		x				x		
<i>Cocconeis speciosa</i>		x	x			x	x		
<i>Cocconeis stauroneiformis</i>				x		x	x	x	
<i>Cocconeis sublittoralis</i>								x	
<i>Diploneis subcincta</i>		x	x	x		x	x	O	
<i>Eunotogramma</i> sp.1				x	O				
<i>Gomphoseptatum aestuari</i>	x								
<i>Grammatophora gibberula</i>								x	
<i>Hyalodiscus scoticus</i>				x		x		x	
<i>Hyalosynedra laevigata</i>								x	
<i>Licmophora ehrenbergii</i> var. <i>ehrenbergii</i>				x				x	
<i>Navicula</i> sp. 1			x		x		x		
<i>Nitzschia distans</i>			x	x					
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perminuta</i>			x						
<i>Nitzschia laevis</i>				x	x				
<i>Planothidium</i> sp. 1							x		
<i>Podosira stelliger</i>								x	
<i>Psammodictium constricta</i>				x				x	
<i>Pseudogomphonema kamstchaticum</i>				x					
<i>Rhoicosphenia genuflexa</i>				x	x				
<i>Tabularia investiens</i>		x	x	x		x	x	x	

Si sumamos las abundancias de los contenidos estomacales para los tres estanques, tenemos que el 80% lo representan 12 taxa (Tabla 10). Sin embargo, solo *Amphora pediculus* se encuentra en todos los contenidos estomacales. Ello sugiere que no existe discriminación por ciertos taxa.

Tabla 10. Abundancia relativa (A.R.) y acumulada (A.A.) de los taxa de diatomeas más abundantes en el contenido estomacal de juveniles de *Haliotis rufescens* (abulón rojo).

Taxón	A.R. (%)	A.A. ($\Sigma\%$)
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>	26.7	26.7
<i>Eunotogramma</i> sp.1	18.4	45.1
<i>Amphora pediculus</i>	7.3	52.4
<i>Rhoicosphenia genuflexa</i>	6.1	58.5
<i>Navicula</i> sp. 1	4.4	62.9
<i>Cocconeis diminuta</i>	4.3	67.2
<i>Cocconeis speciosa</i>	4.2	71.4
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>	2.8	74.2
<i>Nitzschia laevis</i>	2.0	76.2
<i>Tabularia investiens</i>	1.8	78.1
<i>Planothidium</i> sp. 1	1.7	79.7
<i>Diploneis subcincta</i>	1.6	81.3

La diversidad (H') medida de la asociación de diatomeas tanto de los contenidos estomacales de juveniles de abulón rojo (3.1 promedio) como de los estanques (3.6 promedio), se puede considerar alta, mientras que para la asociación de diatomeas encontrada en la roca se considera baja (2.5) (Tabla 11).

En los contenidos estomacales, los valores más bajos de diversidad se hallaron en los organismos alimentados con *Macrocystis pyrifera*, sin embargo el valor de diversidad del raspado del estanque B (4.46), es de los más altos en los estanques, mientras que en los estanques que contenían rocas, los valores de diversidad son bajos debido a la dominancia de *Cocconeis dirupta* var. *flexella* mismo taxón dominante en la roca.

Por otro lado, cabe resaltar que los valores de diversidad (H') obtenidos en los raspados del estanque D resultaron ser los más altos comparados con el resto de los estanques, a pesar de que éste solo se mantuvo con agua de mar filtrada.

Los valores más altos de riqueza específica en los contenidos estomacales, se presentan en los organismos del estanque A (26-52) y C (28-51) (ambos con rocas), mientras que para los organismos alimentados con *Macrocystis pyrifera* (estanque B) es

menor (15-40). Por otro lado, la riqueza específica en la roca fue muy baja (35) mientras que los valores de dominancia muy altos (0.61).

Tabla 11. Riqueza específica (S), equidad (J'), diversidad (H') y dominancia (λ), de las diatomeas encontradas en contenidos estomacales de juveniles de *Haliotis rufescens* (abulón rojo), estanques y en la roca.

	Estanque	S	J'	H'	λ
Roca		35	0.49	2.52	0.61
	A	67	0.48	2.93	0.64
	B	57	0.76	4.41	0.92
	C	68	0.51	3.09	0.65
	D	59	0.76	4.46	0.93
	E	65	0.53	3.19	0.72
Contenido Estomacal	A	41	0.63	3.35	0.76
		42	0.62	3.36	0.76
		39	0.62	3.29	0.79
		51	0.71	4.05	0.87
		39	0.58	3.04	0.78
		46	0.64	3.52	0.79
		52	0.69	3.94	0.86
		35	0.50	2.57	0.59
		26	0.57	2.69	0.68
		31	0.65	3.24	0.76
	B	25	0.62	2.89	0.75
		31	0.66	3.29	0.82
		33	0.70	3.51	0.85
		40	0.70	3.73	0.86
		21	0.41	1.79	0.49
		33	0.49	2.48	0.64
		33	0.66	3.34	0.81
		35	0.62	3.16	0.79
		21	0.32	1.39	0.38
		15	0.35	1.35	0.43
	C	50	0.69	3.90	0.83
		47	0.59	3.30	0.78
		39	0.67	3.52	0.80
		33	0.47	2.38	0.61
		41	0.50	2.69	0.66
		49	0.68	3.81	0.83
		51	0.57	3.22	0.71
		49	0.74	4.17	0.90
		28	0.83	4.01	0.92
		28	0.47	2.26	0.66

Para contrastar la hipótesis nula de que no había diferencia entre las diatomeas encontradas en los contenidos estomacales de los abulones alimentados con diatomeas de rocas extraídas del medio vs. *Macrocystis pyrifera*, se calculó el índice de similitud de Bray-Curtis con todos los organismos. Así, se observó la formación de dos grupos (Fig. 15); en uno de ellos se incluyen a los abulones del estanque B (alimentados con *M. pyrifera*) con un valor alto de similitud (>80%), y en el segundo grupo se incluyen los abulones de los estanques A y C (alimentados con las diatomeas de las rocas) también con un valor alto de similitud (cercano al 60%). Así, la hipótesis nula no puede ser rechazada. Sin embargo, cuando se toma en cuenta solo la presencia y ausencia de las especies, la agrupación no se mantiene igual; si bien los abulones del estanque B se unen en un porcentaje cercano al 65%, no se incluyen todos en el grupo ya que tres de las muestras se mantienen fuera de este (Fig. 16).

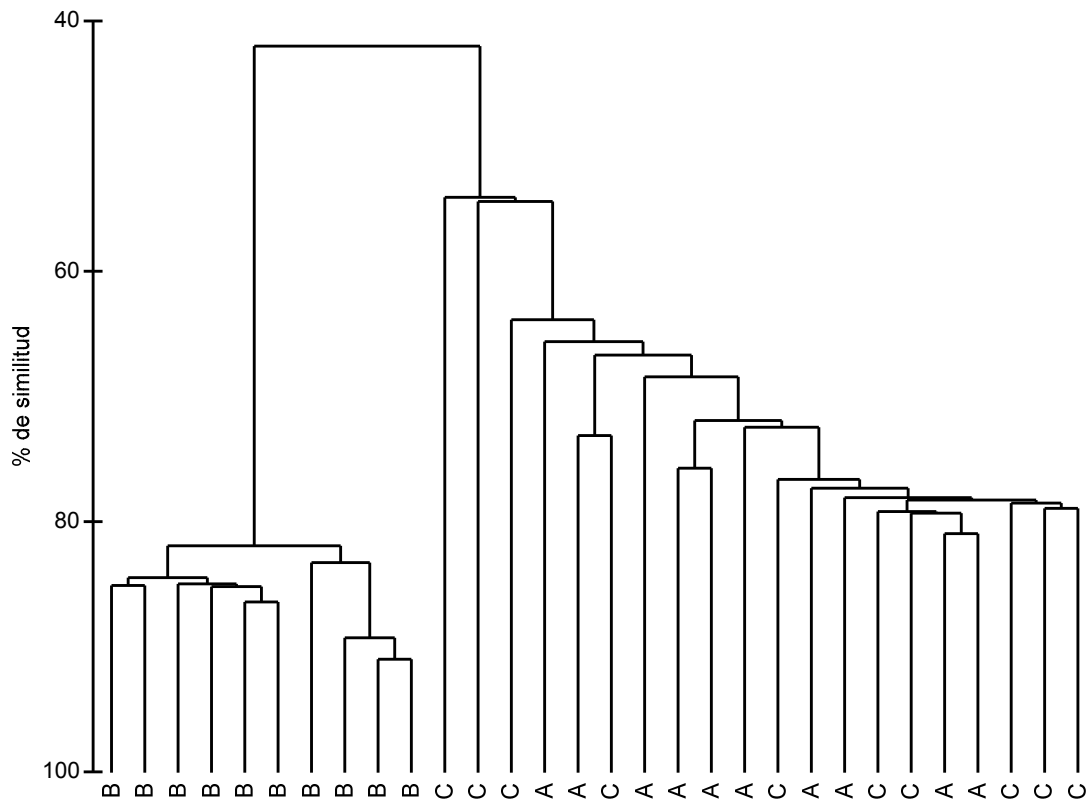


Figura 15. Similitud de Bray Curtis de los contenidos estomacales de abulón rojo. En las etiquetas la letra indica el estanque.

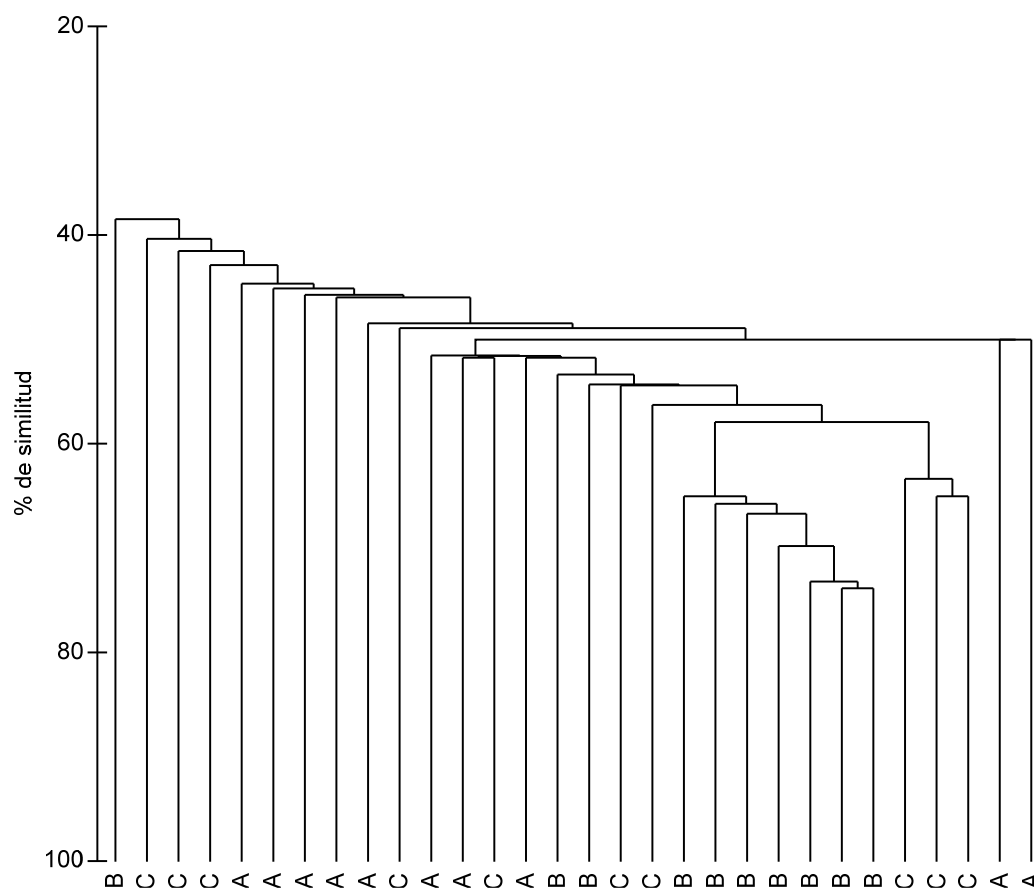


Figura 16. Similitud de Jaccard de los contenidos estomacales de abulón rojo. En las etiquetas la letra indica el estanque.

Para determinar si las diatomeas que se desarrollan en los estanques influyen en la dieta de los abulones, se sumaron las abundancias relativas de las diatomeas en los contenidos estomacales de los juveniles por estanque, se compararon con la asociación de diatomeas desarrollada en los estanques (incluidos los estanques sin organismos). Así, tomando en cuenta las abundancias de las especies (Fig. 17), se forman dos grupos; en uno se incluyen el raspado de los estanques que se mantuvieron con rocas (A, C y E) y los contenidos estomacales de los juveniles de los estanques A y C con un valor de similitud del 50%; este porcentaje de similitud podría considerarse bajo, sin embargo, tomando como referencia que los organismos del estanque A son una réplica del estanque C y estos se unen con un porcentaje de similitud del 77%, el 50% ya no resulta tan bajo. Un segundo grupo se forma con el raspado del estanque B (abulones alimentados con *Macrocystis pyrifera*) y D (solo con agua de mar) con un valor de

similitud del 50%. Finalmente, fuera de los grupos se ubican los contenidos estomacales de los juveniles del estanque B.

Por otro lado, cuando se toma en cuenta solo la ausencia y presencia de las especies (Fig. 18), se forman dos grupos con un bajo valor de similitud (35%). En un grupo se incluyen todos los raspados de los estanques y los contenidos estomacales de los juveniles alimentados con *Macrocystis pyrifera* y en un segundo grupo los contenidos estomacales de los juveniles alimentados con rocas. Sin bien el valor de similitud al que se forman los grupos es bajo, los juveniles de los estanques A y C (réplicas) presentan un porcentaje de similitud del 55%. De tal forma se observa que sí existe una influencia de la asociación de diatomeas que se desarrollan en los estanques con lo encontrado en los contenidos estomacales.

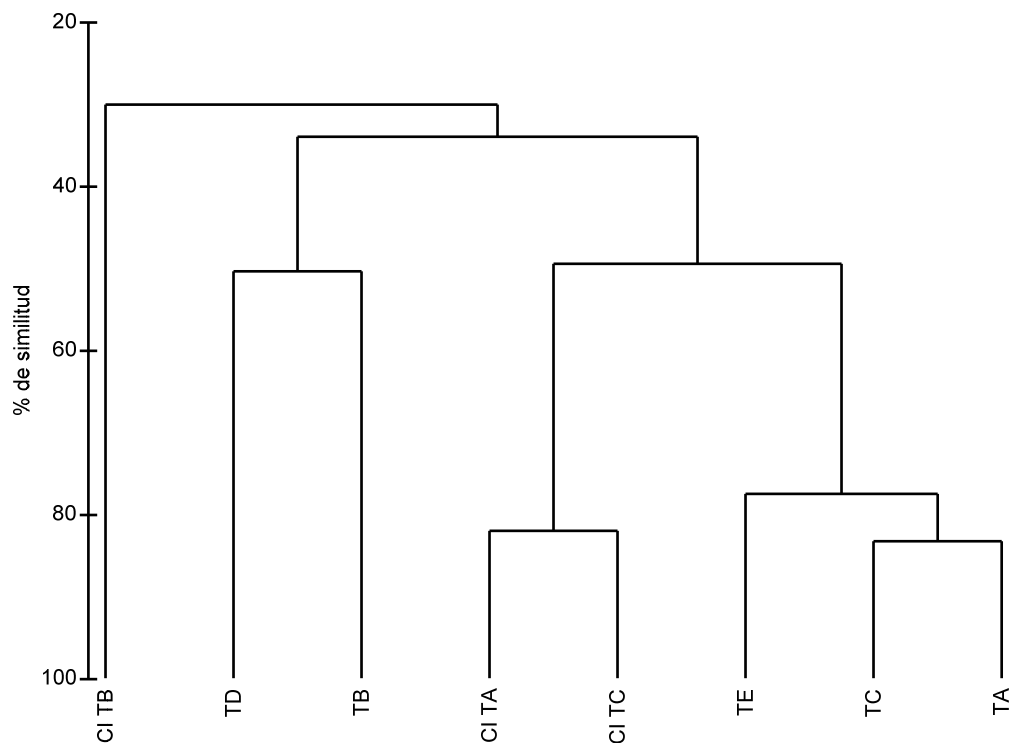


Figura 17. Similitud de Bray-Curtis entre los contenidos estomacales (CI) de abulón rojo y los raspados de los estanques (TA, TB, TC, TD y TE).

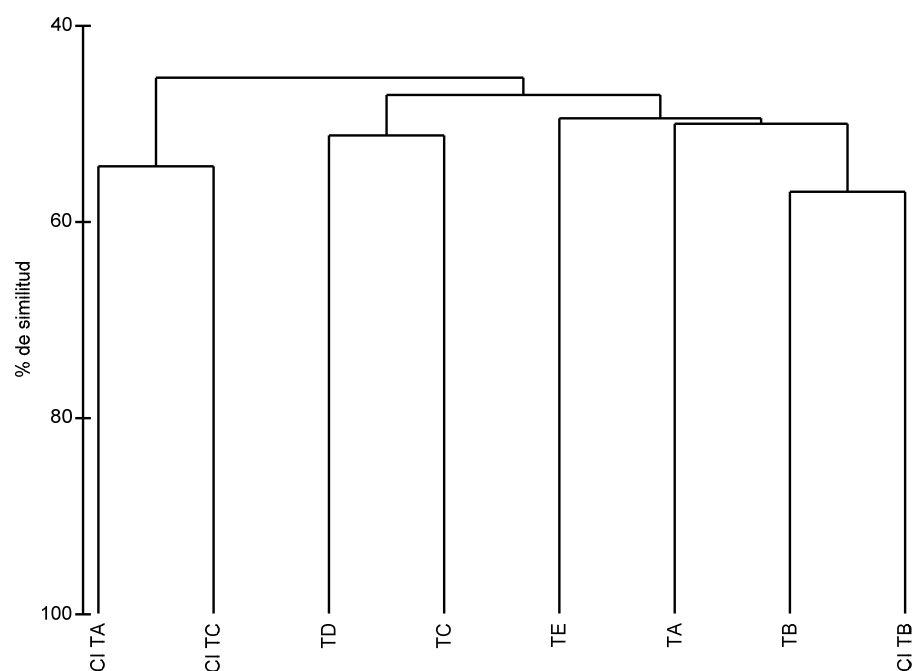


Figura 18. Similitud de Jaccard entre los contenidos estomacales (CI) de abulón rojo y los raspados de los estanques (TA, TB, TC, TD y TE).

Diatomeas presentes en las heces.

Se identificaron un total de 38 taxa de diatomeas en las heces, aunque una de ellas *Nitzschia laevis*, dominó casi en un 90%.

Por otro lado, se observó que 11 de los taxa de diatomeas que fueron encontrados en las heces aunque en bajas proporciones, fueron taxa dominantes en los contenidos estomacales.

En las heces de los organismos de los tres estanques, muy pocos taxa de diatomeas representan más del 95% de la abundancia total (Tabla 12).

Tabla 12. Abundancias relativa y acumulada (ARA) de los taxa más abundantes en heces.

	Estanque A	Estanque C	Estanque B
<i>Nitzschia laevis</i>	85.6	86.8	96.9
<i>Nitzschia frustulum</i>	5.4	6.2	
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perminuta</i>	2.9	2.2	
<i>Navicula</i> sp. 1	0.9	0.9	0.3
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>	1.0	0.8	
<i>Tabularia investiens</i>			0.9
<i>Navicula longa</i>			0.4
<i>Amphora pediculus</i>			0.3
ARA	95.9	96.9	98.8

Con el análisis de similitud de las tres fechas de cultivo de heces para cada estanque se observa que, tomando en cuenta la abundancia de las especies (Fig. 19), se considera como un solo grupo, ya que el valor de similitud es muy alto (88%). Esto debido a la dominancia de *Nitzschia laevis*.

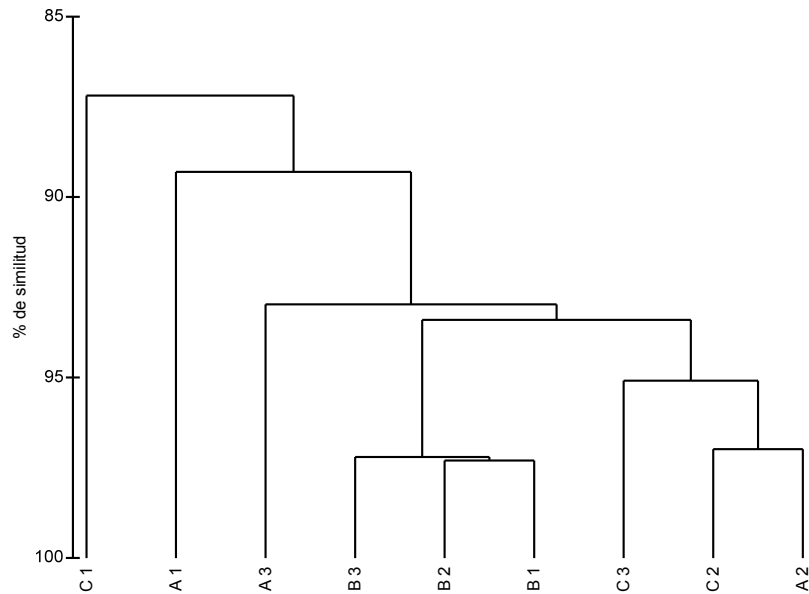


Figura 19. Similitud de Bray-Curtis de las heces de abulón rojo. En las etiquetas: la letra indica el estanque y el número si era de la primera, segunda o tercer fecha de recolecta.

Por otro lado, cuando se considera solo la presencia de especies (Jaccard), si bien se mantiene un grupo, el valor de similitud es bajo (33%).

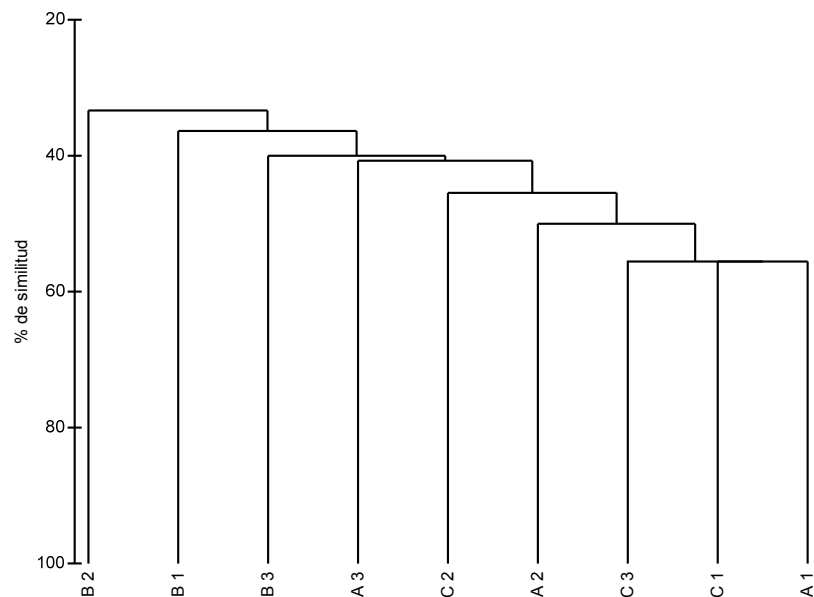


Figura 20. Similitud de Jaccard de las heces de abulón rojo. En las etiquetas: la letra mayúscula indica el estanque y el número final, si se trataba de la primera, segunda o tercer fecha.

Comparación entre localidades y especies de abulón.

Si bien en cada apartado de la investigación se trabajó con especies de abulón, condiciones y fechas distintas, se hizo una comparación de los resultados tomando en cuenta una sola muestra que representó la suma de las abundancias relativas en cada caso; lo anterior con la finalidad de saber si existían diferencias en la asociación de diatomeas encontradas en los contenidos estomacales de *Haliotis fulgens* y *H. rufescens*, así como diferencias entre las distintas condiciones (hábitat, laboratorio y cultivo *in vitro*) y debido a que no fue posible observar un patrón en la alimentación. Así, la hipótesis nula planteada fue: que no existen diferencias en el contenido estomacal entre *Haliotis fulgens* (abulón azul) y *H. rufescens* (abulón rojo), ni diferencias debidas a las distintas condiciones en las que se encontraban los juveniles.

Cuando se incluyen todas las fechas, localidades y las dos especies de abulón, se obtiene que, mediante el análisis de similitud de Bray-Curtis (Fig. 21), se definen tres grupos. En uno de ellos se incluye a los juveniles de junio 2004 y noviembre 2003 de Clam-Bay (abulón azul) con los juveniles del cultivo *in vitro* (abulón rojo) alimentados con láminas de *Macrocystis pyrifera* aunque con un valor bajo de similitud (31%). En el segundo grupo con un alto valor de similitud (82%), se incluyen a los juveniles del cultivo *in vitro* (abulón azul) de los dos estanques cuyo alimento fueron las diatomeas de las rocas; y finalmente, en un tercer grupo pero con un bajo valor de similitud (31%), se agrupan todos los organismos (de las tres fechas), del laboratorio de producción de semilla Bahía Tortugas (abulón azul).

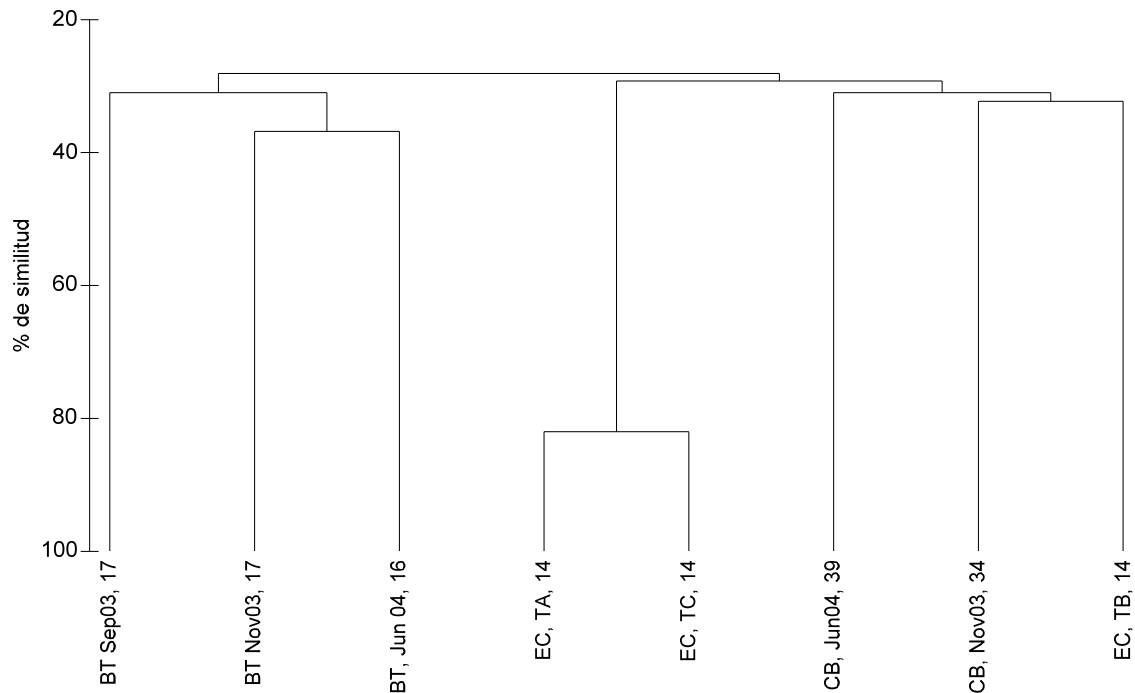


Figura 21. Similitud de Bray Curtis de contenidos estomacales de abulón azul del laboratorio de producción de semilla (BT) y Clam Bay (CB), y de abulón rojo del cultivo *in vitro* (EC). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.

Por otro lado, cuando se toma en cuenta la presencia-ausencia de especies (Jaccard) (Fig. 22), se siguen manteniendo tres grupos, pero la muestra de los organismos cultivados *in vitro* (abulón rojo) alimentados con láminas de *Macrocystis pyrifera* y la muestra de los organismos de Bahía Tortugas (abulón azul) recolectados en septiembre 2003, se mantienen fuera de los grupos. Los tres grupos formados presentan un valor de similitud similar (entre el 52% y 54%), el cual se considera alto. En el primer grupo se encuentran los organismos de Clam Bay (abulón azul) de noviembre del 2003 y junio 2004. En el segundo grupo se encuentran los organismos del cultivo *in vitro* alimentados con diatomeas desarrolladas de manera natural en las rocas (igual que lo encontrado con el análisis de Bray Curtis). Y el tercer grupo los organismos de Bahía Tortugas (abulón azul) de noviembre 2003 y junio 2004.

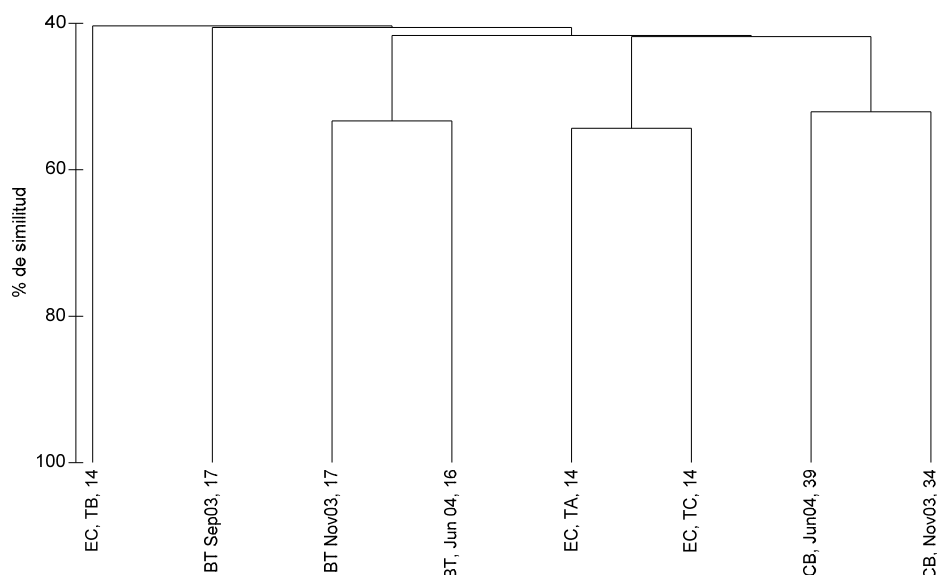


Figura 22. Similitud de Jaccard del contenido estomacal de abulón azul del laboratorio de producción de semilla (BT) y Clam Bay (CB), y de abulón rojo del cultivo *in vitro* (EC). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.

Para determinar si había diferencia entre la misma especie de abulón (abulón azul) pero bajo distintas condiciones (hábitat vs. laboratorio de producción de semilla), se compararon los juveniles de Clam Bay y Bahía Tortugas.

Tomando en cuenta la abundancia de las especies, se forman dos grupos (Fig. 23) pero a un valor de similitud bajo (31%). En un grupo se ubican los juveniles de Clam Bay (ambas fechas) y en el otro los del laboratorio de producción de semilla de Bahía Tortugas (3 fechas).

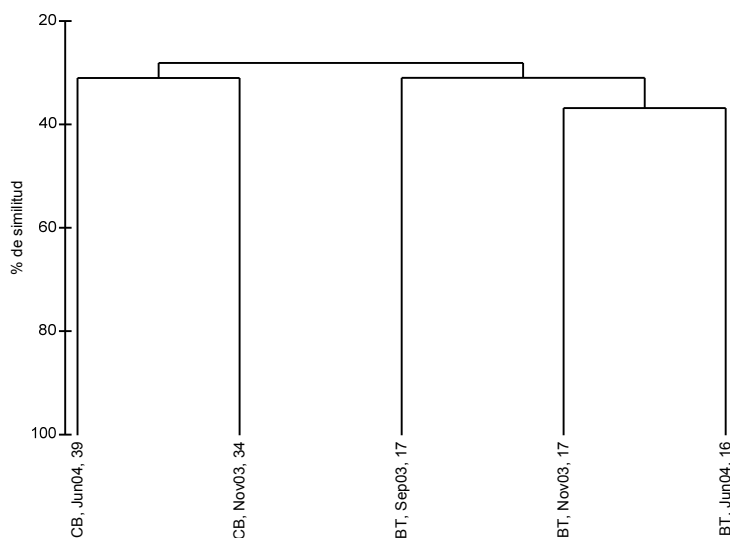


Figura 23. Similitud de Bray Curtis del contenido estomacal de abulón azul recolectados en el laboratorio de producción de semilla (BT) y Clam Bay (CB). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.

Al aplicar el análisis de similitud tomando en cuenta presencia-ausencia de especies, se mantienen los dos grupos pero con valor de similitud mayor (Fig. 24). Así, tenemos que en el primer grupo se incluyen los juveniles de Clam Bay (ambas fechas) con un 52% de similitud y el segundo grupo incluye los juveniles de Bahía Tortugas de junio 2004 y noviembre 2003 a un 53% de similitud. Fuera de ambos grupos se ubica la muestra de Bahía Tortugas de septiembre del 2003.

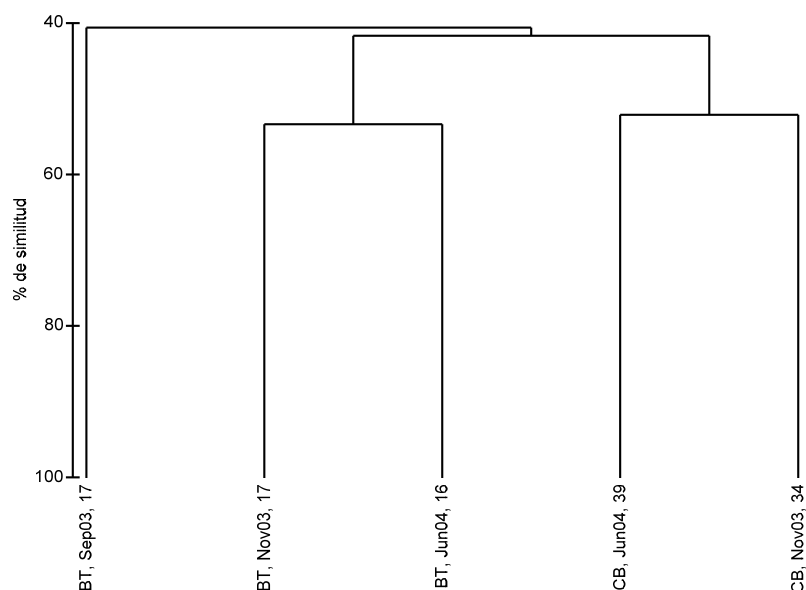


Figura 24. Similitud de Jaccard del contenido estomacal de abulón azul del laboratorio de producción de semilla (BT) y Clam Bay (CB). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.

Dado que en un estudio previo (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2005) no se encontró diferencia en la dieta de juveniles de *Haliotis fulgens* y *H. corrugata*, no obstante que se trataba de organismos extraídos de la misma zona, se decidió comparar directamente los contenidos estomacales de *H. fulgens* de Clam Bay con los de *H. rufescens* de Ensenada, por estar sometidos a diferentes condiciones (hábitat vs. cultivo *in vitro*). Así, tomando en cuenta la abundancia de las especies (Fig. 25) se forman dos grupos. En uno de ellos y con un alto valor de similitud (82%) se ubican los juveniles de *H. rufescens* de Ensenada alimentados con las diatomeas de rocas extraídas del medio (79) y en el segundo grupo con un bajo valor de similitud (31%) a los juveniles de *H. fulgens* recolectados del hábitat (Clam Bay, en donde domina *Macrocystis pyrifera*) de ambas fechas y los juveniles de *H. rufescens* del estanque (B) en donde el alimento fue *M. pyrifera*.

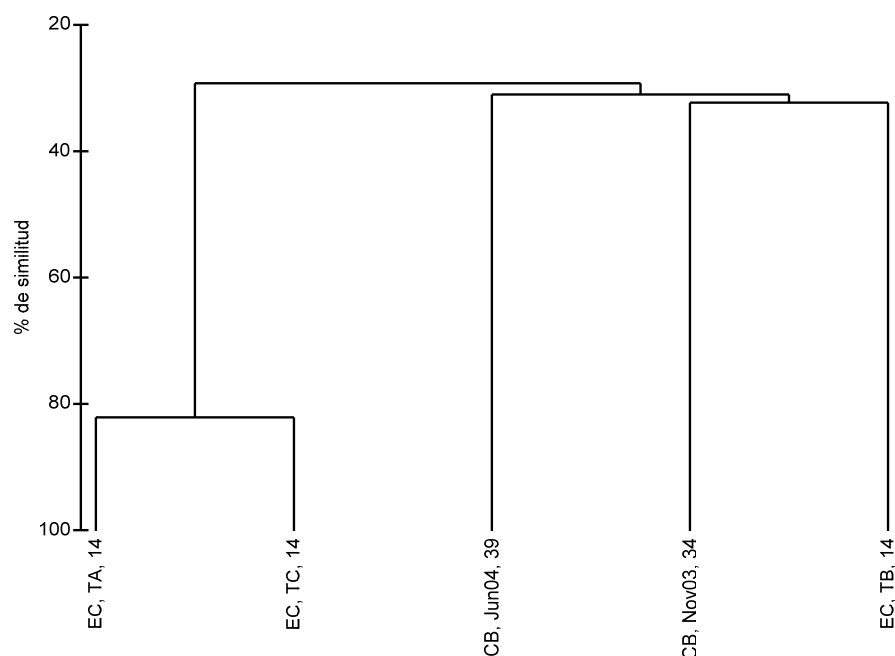


Figura 25. Similitud de Bray-Curtis de contenidos estomacales de abulón azul de Clam-Bay (CB) y abulón rojo del cultivo *in vitro* (EC). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.

Por otro lado, cuando se toma en cuenta solo la presencia-ausencia de especies (Fig. 26), si bien se mantienen los dos grupos, los organismos del ensayo que se mantuvieron con *M. pyrifera* se ubican fuera de estos. En el primer grupo se encuentran los juveniles de Clam Bay (ambas fechas) con un valor de similitud de 52%; el segundo grupo incluye los juveniles del cultivo *in vitro* alimentados con diatomeas de las rocas y con un valor similar al primer grupo (54%).

Los resultados obtenidos en ambos análisis (Jaccard y Bray-Curtis) permite demostrar que por efecto del tipo de alimento (*M. pyrifera* ó diatomeas de las rocas) se tienen mayores diferencias que debido a la especie de abulón.

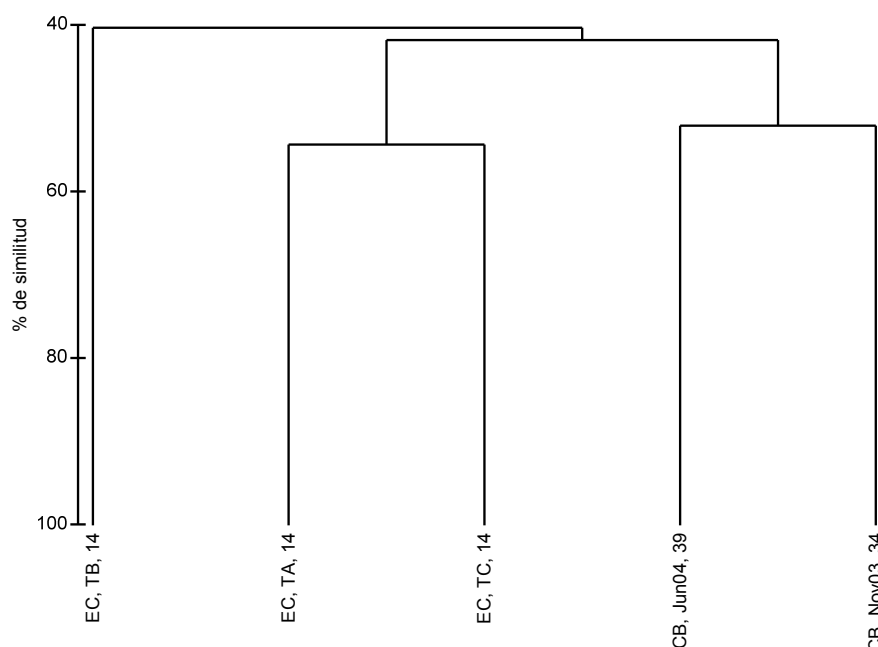


Figura 26. Similitud de Jaccard del contenido estomacal de abulón azul de Clam-Bay (CB) y rojo del ensayo (EC). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.

Finalmente, se hizo una comparación entre los juveniles de abulón azul del laboratorio de producción de semilla (Bahía Tortugas) y los juveniles de abulón rojo del cultivo *in vitro*. Así, en el análisis de similitud tomando en cuenta la abundancia de las especies, se forman dos grupos (Fig. 27). En el primer grupo se incluyen los juveniles de abulón azul de Bahía Tortugas (de las tres fechas) con un valor bajo de similitud (30%); en el segundo grupo los juveniles de abulón rojo en el cultivo *in vitro* con un valor alto de similitud (82%). Fuera de ambos grupos se ubica la muestra de los juveniles de abulón rojo alimentados con *M. pyrifera* (estanque B). Con esto, se puede decir que existe una diferencia entre los juveniles de las dos especies de abulón. Sin embargo, los valores de similitud son bajos y hay separación con grandes diferencias entre las dos especies; además, si fuera así, tendríamos que los juveniles del estanque B se incluirían con el resto de los juveniles de abulón azul. De tal manera, el hecho de que esta muestra no se incluya en ningún grupo nos lleva a proponer que el alimento al que son sometidos (por lo menos cuando se toma en cuenta la abundancia de las especies de diatomeas) influye más que el hecho de que se traten de especies diferentes.

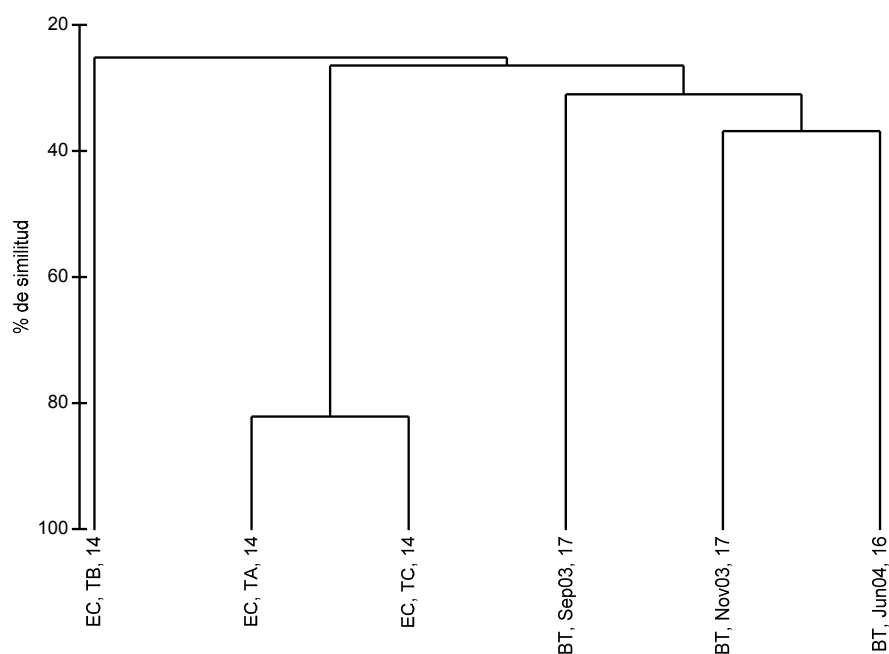


Figura 27. Similitud de Bray-Curtis de contenidos estomacales de abulón azul recolectados en el laboratorio de producción de semilla (BT) y abulón rojo del cultivo *in vitro* (EC) por estanque (A,B,C). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.

Por otro lado, cuando se hace el análisis de similitud de presencia-ausencia de especies (Fig. 28), se forman dos grupos pero a diferencia de Bray Curtis, la muestra de los juveniles de abulón rojo del cultivo *in vitro* alimentados con *M. pyrifera* se agrupa con los juveniles de abulón rojo alimentados con diatomeas de las rocas a un valor de similitud del 40%; en el segundo grupo se incluyen todos los juveniles de abulón azul de Bahía Tortugas (tres fechas) con un valor similar al del primer grupo (41%). Esto nos estaría dando una separación por especies, sin embargo resulta difícil determinar si esta separación se debe a que se trata de dos especies de abulón (ya que esta separación solo se da una vez que la abundancia de las especies de diatomeas ya no se toma en cuenta) o como se había visto anteriormente, se debe al alimento al que son sometidos. Así, es necesario seguir otros métodos o plantear nuevas ensayos enfocados a resolver esta pregunta. Es decir como discriminar el efecto de la estacionalidad y latitud (Ensenada, Bahía Tortugas) en la dieta a base de diatomeas de las dos especies de abulón que se investigan. Así mismo, debe considerarse el posible efecto de la

distribución vertical de las diatomeas que conforman la dieta de los juveniles de abulones a diferentes profundidades.

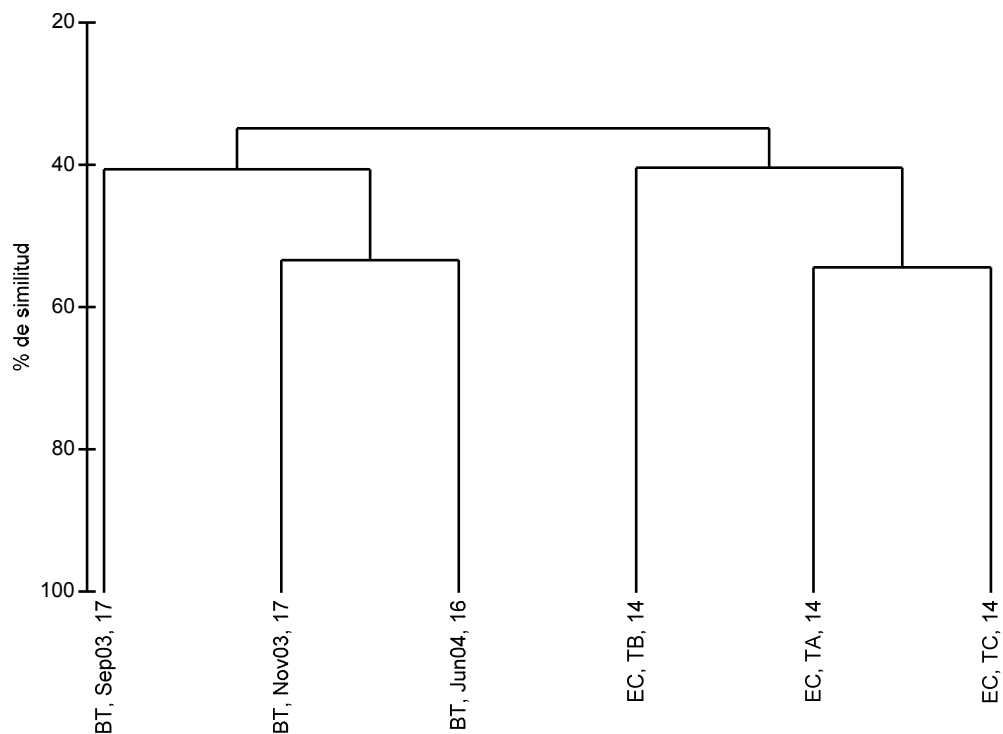


Figura 28. Similitud de Jaccard de contenidos estomacales de abulón azul recolectados en el laboratorio de producción de semilla (BT) y abulón rojo del cultivo *in vitro* (EC) por estanque (A,B,C). El número al final de la etiqueta indica la talla promedio en mm de los organismos examinados.

DISCUSIÓN.

Aunque este trabajo se basa en la estructura de la asociación de diatomeas (H' , J , λ); la riqueza de especies y sus abundancias relativas constituyen la base para calcular los parámetros de dicha estructura. La técnica de componentes acumulativos nos permite observar directamente a partir de las especies y sus abundancias relativas, la acumulación de taxa en la muestra y por lo tanto distinguir cuando se trata solamente de especies raras (sin importancia numérica) que no influyen individualmente. Si bien no es una técnica utilizada normalmente para muestras de diatomeas bentónicas, se optó por utilizarla para determinar si los abulones obtenidos en cada caso eran adecuados para representar a las diatomeas raras. A diferencia de otras técnicas como la de rarefacción en donde se pierde mucha información, ya que antes de su cálculo se requiere el número de especies y sus abundancias relativas en cada muestra y después de la rarefacción únicamente se obtiene el número esperado de especies por muestra (Magurran, 1988). Asimismo, la técnica utilizada permite una observación directa de la relación entre el número de taxa y el incremento en el tamaño de muestra.

La alta riqueza específica registrada sobre todo de diatomeas epifitas encontradas en los contenidos estomacales de abulón rojo y azul, corresponde con los estudios *in situ* previos realizados en las zonas abuloneras (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2005), lo que refuerza la propuesta de que éstas representan un componente importante pero poco considerado en la dieta de juveniles de abulón.

Algunas especies del género *Cocconeis* están bien representadas en estudios de diatomeas epifitas de macroalgas (Hernández-Almeida & Siqueiros-Beltrones, 2008) y particularmente en *Macrocystis pyrifera* (Argumedo-Hernández & Siqueiros-Beltrones, 2007) que es la especie más utilizada como alimento en las granjas abuloneras en México. Así mismo, es la especie dominante en Clam Bay (banco abulonero); esto podría determinar porqué el género *Cocconeis* es uno de los mejor representados en los contenidos estomacales de los juveniles de abulón (azul y rojo) bajo las distintas condiciones revisadas en este trabajo, así como para juveniles de abulón azul y amarillo extraídos del medio (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2005). Además, se ha reportado que especies de diatomeas con fuerte adhesión, y formas solitarias tales como *Achnanthes* spp. y *Cocconeis* spp. son fuertemente pastureadas por muchos tipos de gasterópodos

incluyendo adultos y juveniles de abulón mayores de 1 cm; aunque esto no es bien conocido aún, los adultos y juveniles pueden digerir sin dificultad el contenido celular de diatomeas bien adheridas, las cuales son ingeridas selectivamente por el abulón (Kawamura *et al.*, 1995).

De acuerdo con lo anterior, con este trabajo no es posible determinar qué factores influyen para que un género sea más abundante que otro en los contenidos estomacales. No obstante se puede inferir que ello está en función de la disponibilidad de los taxa de diatomeas en el medio, tanto de epifitas como epilíticas, y que la distribución en parches, de las diatomeas, así como especies formadoras de colonias, provoca una elevada dominancia de unas pocas especies en el medio y esto se ve reflejado en los contenidos estomacales.

Hábitat del abulón.

La riqueza específica en los contenidos estomacales de ambas fechas (144), resultó mayor que la encontrada en contenidos estomacales de *Haliotis corrugata* y *H. fulgens* (98 taxa) por Siqueiros-Beltrones *et al.* (2005) quienes examinaron doce especímenes para una sola fecha (junio 2002). Sin embargo, esta mayor riqueza específica, se atribuye al número de juveniles examinados en este trabajo (34), ya que existe una correspondencia entre el número de especies de diatomeas encontradas en los contenidos estomacales con el número de abulones, como se observó en el análisis de componentes acumulados al comparar nuestro muestreo de junio en donde se encuentran 89 taxa de diatomeas en los 7 juveniles examinados. No obstante, en todos los casos fueron pocos taxa de diatomeas abundantes y muchas raras, al igual que en el trabajo de Siqueiros-Beltrones *et al.* (2005). Con esto podemos observar que no es necesario procesar gran número de especímenes para encontrar que en los contenidos estomacales tendremos la misma estructura, *i.e.* pocas especies abundantes y muchas raras.

El último 5% de la abundancia total que incluyó más de 100 taxa, constituye flora de acompañamiento aparentemente de importancia menor en la dieta del hábitat de juveniles de *H. fulgens*. Sin embargo, para determinar la importancia de éstas en la dieta, es necesario hacer otro tipo de análisis en donde se incluya, valor nutricional, biomasa, asimilación de nutrientes, entre otros factores.

Por otro lado, seis de las especies abundantes se encuentran tanto en los contenidos estomacales (ambas fechas) como en la roca y todas ellas se registran sobre láminas de *Macrocystis pyrifera* (Siqueiros-Beltrones & Argumedo-Hernández, 2005), por lo que los juveniles las obtienen de las macroalgas, en este caso de *M. pyrifera*.

Un alto porcentaje (65%) de las especies que son abundantes en los contenidos estomacales de junio del 2004 lo son también en la roca de esa misma fecha, por lo que las especies abundantes podrían interpretarse como las más disponibles y por lo tanto son mayormente consumidas por los abulones, mas no porque se presente cierta selección. Sin embargo, algunas especies abundantes en la roca, tales como: *Grammatophora marina*, *Nitzschia distans*, *Amphora pediculus* y *Amphora pusio* var. *parvula*, no lo son en los contenidos estomacales, lo que nos sugiere que el consumo de especies de diatomeas no solo depende de la abundancia de las diatomeas en el medio.

Los 38 taxa encontrados en el contenido estomacal y que representan el 95% de la abundancia total de diatomeas, resulta similar a los 37 taxa registrados por Siqueiros-Beltrones *et al.* (2005) y que incluso representan el mismo porcentaje de la abundancia total. Asimismo, en ambos trabajos dentro de las especies abundantes, coinciden 12 taxa: *Cocconeis speciosa*, *Gomphoseptatum aestuarii*, *Gomphonemopsis pseudoexigua*, *Cocconeis costata* var. *hexagona*, *Grammatophora hamulifera*, *Cocconeis diminuta*, *Tabularia investiens*, *Cocconeis costata* var. *pacifica*, *Rhoicosphenia adolphi*, *Campylopyxis garkeana*, *Grammatophora marina* y *Cocconeis scutellum*. Así, estos se consideran, por lo tanto, componentes importantes en la dieta de juveniles de *Haliotis* spp.

Por otro lado, *Cocconeis speciosa*, *C. diminuta*, *C. costata* var. *hexagona*, *Tabularia investiens* y *Gomphoseptatum aestuarii*, coinciden en las dos fechas de muestreo de este trabajo (junio 2004 y noviembre 2003) y en el de Siqueiros-Beltrones *et al.* (2005) (junio 2002), por lo que podrían considerarse como el componente principal dentro de la dieta de juveniles de abulón de *Haliotis fulgens* y *H. corrugata*, en la costa occidental de Baja California Sur. Sin embargo, dados los hábitos pasedores de los abulones, es probable que muchos otros taxa podrían pasar a ser importantes en la dieta, dependiendo de la temporada o del sitio en particular.

Los valores altos de diversidad (promedio 3.3) encontrados en los contenidos estomacales reflejan la alta diversidad de diatomeas que se encuentran también en la roca extraída del medio (promedio 4.2). Sin embargo, en aquellos contenidos estomacales donde la diversidad es baja, puede estar reflejando la distribución en parches, muchas veces monoespecíficos de las diatomeas. Es decir, cuando los abulones se alimentan de dichos parches, la diversidad disminuye mientras que los valores de dominancia aumentan ($\lambda=0.68$ valor máximo obtenido). No obstante, de acuerdo con las variaciones de diversidad y los valores de equidad, en general las especies se encuentran homogéneamente representadas, como se observa también con los análisis de similitud. Así, la formación de un grupo con el análisis de Bray-Curtis cuando se incluyen a todos los organismos recolectados, nos indica que la ingesta de diatomeas es indiscriminada por lo menos para las fechas analizadas (junio 2004 - noviembre 2003), lo cual se refuerza con el análisis de similitud de Jaccard (presencia-ausencia de especies) al perderse el grupo.

Estas observaciones, al igual que las de Siqueiros Beltrones *et al.* (2005) muestran que solamente una décima parte de los taxa de diatomeas presentes en los contenidos estomacales de juveniles de *H. fulgens* resultan abundantes. Esto podría interpretarse como que dichos taxa son escogidos entre la flora disponible, y más aún, si se considera que hay especies que son abundantes en la roca pero no en los contenidos estomacales. Sin embargo, con los análisis de similitud de los organismos recolectados en junio 2004 y la muestra de la roca para esa misma fecha, se formó un solo grupo con un bajo porcentaje de similitud ya sea tomando en cuenta presencia-ausencia (Jaccard) o abundancia de especies (Bray-Curtis). Es decir, si los juveniles estuvieran eligiendo solo algunos taxa, todos los contenidos estomacales se agruparían y la roca se ubicaría fuera del grupo.

Por otro lado, los valores bajos de similitud entre los contenidos estomacales y la asociación de la roca, nos indica que los abulones se están alimentando de otras asociaciones de diatomeas como las que se encuentran sobre las macroalgas, en donde son muy abundantes (Siqueiros-Beltrones & Argumedo-Hernández, 2005; Hernández Almeida & Siqueiros-Beltrones, 2008), máxime considerando las observaciones hechas por Siqueiros-Beltrones y Valenzuela-Romero (2001); Siqueiros-Beltrones y Valenzuela-

Romero (2004) y Siqueiros-Beltrones *et al.* (2004), que sustentan la importancia de las formas epifitas de diatomeas en la dieta de *Haliotis* spp. Ello explicaría el hecho de que algunas de las especies tales como: *Gomphoseptatum aestuari*, *Licmophora paradoxa*, *Hyalosira delicatula* y *Eunotogramma* sp. 1, que son abundantes en los contenidos estomacales, no lo son en la roca; mientras que especies como *H. delicatula* y *Eunotogramma* sp. 1, han sido registradas como muy abundantes en láminas de *Macrocystis pyrifera* aunque no sean especies consideradas epifitas sino ticoplanctónicas (Siqueiros-Beltrones & Argumedo-Hernández, 2005).

El hecho de que en ninguno de los dendrogramas se haya observado agrupación por talla nos indica que, por lo menos, los juveniles entre 16 y 74 mm se están alimentando de las mismas asociaciones. Lo cual concuerda con lo sugerido por Siqueiros-Beltrones *et al.* (2005) quienes proponen que abulones mayores de 10 mm pasan de consumir diatomeas epilíticas a epifitas, esto es debido a que las diatomeas epifitas constituyen la mayor parte de la dieta misma que se combina con los tejidos macroalgales a los que están asociados.

Laboratorio de producción de semilla de abulón.

El número de organismos por muestra (muestra compuesta), no se relacionó con el valor de riqueza específica encontrada. Por ejemplo, en las muestras con 15 organismos, el número de especies encontradas (riqueza específica) varía entre 17 y 28, mientras que en la muestras de dos organismos la riqueza específica es de 40. Tampoco se relaciona con los valores de diversidad, equidad y dominancia. Esto confirma que trabajar muestras compuestas facilita el conteo de las diatomeas en los contenidos estomacales pero sin influir en la estructura de la asociación de diatomeas encontradas en estos, por lo que pueden compararse muestras de un solo organismo con muestras en donde se incluyen más de dos organismos, debido a que el número de valvas contadas por muestra es constante.

La baja riqueza específica encontrada en los contenidos estomacales de los juveniles bajo condiciones de laboratorio, comparados con los extraídos de Clam Bay puede ser un reflejo de que en el medio natural los abulones disponen de una mayor riqueza específica de diatomeas, ya sean epilíticas, episámicas y/o epifitas de distintas especies de macroalgas y no solo de *Macrocystis pyrifera* como en el caso de los

juveniles del laboratorio de producción de semilla de Bahía Tortugas. Sin embargo, en los estanques, otra fuente de alimento para los juveniles son las diatomeas oportunistas que se desarrollan en los estanques y aunque la riqueza específica (24) encontrada en este caso es muy baja, puede compensarse con la abundancia de algunos taxa en los estanques ya que en algunos especímenes de abulón se observó la fuerte influencia (en contenidos estomacales) de algunos taxa de diatomeas desarrolladas en los estanques, sobre todo de aquellas que son muy abundantes o proliferan de manera importante; tal es el caso de *Melosira nummuloides*; aunque se desconoce el valor nutricional que aporta en este caso a la dieta, se sabe que es consumida de manera importante cuando está presente. Esto apoyaría el supuesto planteado en este trabajo de que los abulones se alimentan de lo que está disponible.

Por otro lado, al comparar entre estanques y contenidos estomacales de juveniles de abulón azul, los valores bajos de diversidad encontrados en los estanques de noviembre y septiembre 2003 no coinciden con los valores altos de diversidad encontrados en los contenidos estomacales para esas mismas fechas. Ello nos indica que, si bien las diatomeas que se desarrollan en los estanques influyen en los contenidos estomacales (como lo observado en junio 2004), los abulones también consumen diatomeas que se encuentran en las láminas de *Macrocytis pyrifera* (alimento suministrado).

La práctica común en los laboratorios de producción de semilla de abulón, de evitar introducir contaminantes al estanque, tales como macroalgas, microorganismos y bacterias, no es tan eficiente, pero podría no ser necesario, ya que dichos contaminantes pueden ser una fuente de alimento disponible en los estanques, por lo menos en el estadio de juvenil. Del mismo modo, el lavado de macroalgas antes de suministrarlas como alimento para eliminar sus epifitos naturales (Simental-Trinidad *et al.*, 2004) podría cuestionarse, ya que estos epifitos pueden incrementar las opciones alimentarias en los estanques. Sin embargo, en algunos casos sí es necesario tener un control de los contaminantes, sobre todo de las algas filamentosas que pueden proliferar con mayor cantidad de luz en los estanques de cultivo, lo que ocasiona que los abulones pequeños que las consumen se desprendan y se pierdan con el flujo de agua de recambio de los estanques de cultivo, lo que representa una gran pérdida económica.

Por otro lado, la proliferación de diatomeas no deseadas en los estanques es común, ya que el control que se tiene sobre estos florecimientos no siempre es efectivo. Así, los resultados pueden diferir incluso si se utiliza la misma especie de macroalga como alimento, ya que si bien esta variación se da por las diferencias en la duración del ensayo, las estrategias de cultivo y la variación bioquímica del alga, existe una carencia en la precisión taxonómica de las diatomeas asentadas en los estanques y potencialmente utilizadas por el abulón (Argumedo-Hernández, 2007). Ello dificulta la comparación entre estudios de contenido estomacal.

Los valores altos de dominancia obtenidos (0.93 valor máximo) en los estanques, reflejan los valores bajos de diversidad obtenidos en las tres fechas (de 0.3 a 1.9) sobre todo en junio 2004 (0.3). Esto se debe a la abundancia de *Melosira nummuloides* cuya proliferación podría haber inhibido el crecimiento de otros taxa, aunado a que las condiciones en el estanque pudieron favorecer la proliferación de dicho taxón. Esto explicaría la baja diversidad y riqueza específica encontrada en los estanques; o simplemente a que su abundancia veló la presencia de otros taxa durante los conteos.

Al aplicar los índices de similitud entre estanques tomando en cuenta la abundancia de las especies, la obtención de un grupo con un alto valor de similitud (80.6%) entre las muestras de septiembre del 2003 y junio del 2004 es debido a la dominancia de *M. nummuloides*, a pesar de que se trata de años diferentes, mientras que en noviembre del 2003, al no manifestarse como la especie dominante provoca que el raspado del estanque para esta fecha se separe del grupo. Por otro lado, si bien este grupo se mantiene cuando se toma en cuenta presencia-ausencia de especies, no lo hace con los mismos porcentajes de similitud reflejando así la influencia de los taxa dominantes.

De acuerdo con lo obtenido con los raspados de los estanques, cuando se hacen los análisis de similitud entre los contenidos estomacales, se podría esperar que los juveniles de junio 2004 y septiembre 2003 se mantengan juntos. Sin embargo, no sucede así y la formación de grupos parece no exhibe algún patrón; esto es, que dentro de los hábitos alimenticios de los juveniles de abulón existe un fuerte componente azaroso y dichas diferencias estar influenciadas por la disponibilidad de los taxa de diatomeas en el estanque.

La nula formación de grupos mediante el análisis de similitud, en cuanto a las tallas de los juveniles (6-29 mm), nos indica que el cambio de alimentación que se ha manejado cuando son juveniles mayores de 10 mm (empíricamente), podría no ser necesaria. Es decir, que bien podrían mantenerse los juveniles de abulón de tallas superiores a los 10 mm con una dieta microalgal y de esta manera evitar el cambio gradual de dieta en una de las etapas consideradas como críticas para su cultivo. Sin embargo, económicamente, el cultivo de diatomeas necesario para mantener a los abulones sería más costoso que alimentarlos con macroalgas (Sánchez-Saavedra *com pers*).

Cultivo *in vitro* experimental.

La densidad utilizada en el cultivo *in vitro* (1 abulón por 5 litros) fue menor que la utilizada en otro experimento (Valdés-Urriolagoitia, 2000) donde se manejaron 1.3 abulones por litro, logrando un crecimiento mensual de 2.2 mm por mes. De tal manera, la densidad no influiría negativamente en el ensayo.

La alta riqueza específica de diatomeas (123) encontrada en los estanques experimentales a diferencia de los del laboratorio de producción de semilla de Bahía Tortugas (24), se debe quizá a que el método de recolecta fue diferente, ya que en las muestras del cultivo *in vitro* experimental, se incluyen más estanques, cada estanque se sometió a diferentes fuentes de alimento (láminas de *Macrocystis pyrifera*, rocas) ó incluso se mantuvieron solo con agua, además de que se hicieron tres raspados por estanque (3 fechas) mientras que en el laboratorio, se incluye un solo raspado por estanque. Asimismo, de acuerdo con Anderson (1995), las asociaciones de organismos microscópicos pueden variar de manera compleja en escalas pequeñas de tiempo; sobre todo con diatomeas bentónicas (Admiraal *et al.*, 1982), y lo vemos reflejado en aumento de riqueza específica en los estanques del cultivo *in vitro*, en donde tenemos representado las asociaciones de diatomeas de una semana, mientras que en el laboratorio de producción de semilla es una muestra puntual.

Otro factor que pudo influir son las rocas que se mantuvieron en los estanques experimentales, ya que estas pueden exportar más diatomeas y aunque la riqueza específica de diatomeas (35) encontrada en las rocas utilizadas en el ensayo es baja comparada con la encontrada en las rocas de Clam Bay (84), influye directamente en las

diatomeas que se desarrollan en los estanques. A diferencia de las diatomeas epifitas exportadas por las macroalgas, ya que estas están incluidas en películas mucilaginosas que les permiten mantenerse fijas a las macroalgas; ello dificulta su desprendimiento y por lo tanto impide que colonicen las paredes de los estanques.

Por otro lado, la riqueza específica encontrada en los contenidos estomacales (144) puede compararse con la encontrada en los juveniles extraídos del medio natural (Clam Bay), debido a que los abulones en el cultivo *in vitro* no solo disponen de las diatomeas que se desarrollan en los estanques sino de un gran número de diatomeas epifitas, ya que las rocas presentaban gran cantidad de macroalgas y, si bien en este caso no se determinaron las diatomeas epifitas de cada una de las macroalgas de la roca, se sabe que las macroalgas están fuertemente epifitadas (Siqueiros-Beltrones & Argumedo-Hernández, 2005; Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida, 2006). Esto se refuerza con el hecho de que los valores más altos de riqueza específica (26-52) en los contenidos estomacales se presentan en los organismos alimentados con diatomeas de las rocas, a diferencia (15-40) de los organismos alimentados únicamente con *Macrocystis pyrifera*. Además, en los estanques que comúnmente se observan a los juveniles sobre las macroalgas, lo que explica por qué muchas de las diatomeas que se encuentran en los contenidos estomacales no se encontraron en los estanques ni en las rocas.

Los valores de diversidad para asociaciones de diatomeas bentónicas con una estructura considerada estable varían generalmente dentro del intervalo $1 < H' < 5$ (Siqueiros-Beltrones, 2005); de acuerdo con esto, los valores altos de diversidad encontrados en los contenidos estomacales se encuentran dentro del intervalo propuesto, reflejando así condiciones de estabilidad en las asociaciones de diatomeas disponibles en el medio y por lo tanto favorables para los juveniles. Mas no así con los valores de diversidad encontrados en la roca (2.5), cuyo valor es muy bajo comparado con la roca de Clam Bay (4.2).

El hecho de que la estructura de la asociación de diatomeas del estanque que se mantuvo solo con agua de mar (estanque D) haya presentado los valores más altos de diversidad, implica que a pesar de que el agua utilizada en los estanques pase por varios tipos de filtrado, tratando de evitar contaminantes (en este caso diatomeas), resultan difíciles de eliminar y bien pueden ser aprovechadas como alimento por los abulones.

Además, en esta asociación fue posible observar una estabilidad (alcanzada en 7 días), ya que se presentaron desde formas pequeñas postradas hasta grandes incluyendo formas erectas, lo que nos indica un proceso de sucesión que concuerda con los patrones generales de la estructura de las asociaciones descrita para películas microalgales (Hudon & Bourget, 1981; Korte & Blinn, 1983; Siqueiros Beltrones, 2002b).

En los análisis de similitud, cuando se toma en cuenta la abundancia de las diatomeas en los contenidos estomacales, el encontrar una agrupación de organismos en función del tipo de alimento al que fueron sometidos, los resultados sugieren que los abulones no discriminan durante su alimentación, sino que se alimentan de lo que está disponible en el medio en este caso en cada uno de los estanques. Sin embargo, el perderse la agrupación cuando se toma en cuenta solo la presencia-ausencia de especies, implica que las especies dominantes son las que causan tal separación. Asimismo, sugiere que el sustrato es aprovechado diferencialmente por los taxa de diatomeas.

Este mismo patrón de agrupación se observa cuando se calculan los índices de similitud a partir de la suma de las abundancias de los contenidos estomacales y los estanques. Cuando se toma en cuenta la abundancia de las especies, la agrupación entre estanques y contenidos estomacales coincide con lo que se desarrolla en los estanques, de manera que puede observarse la influencia de la flora diatomológica que proviene de la roca, a diferencia con los juveniles alimentados con *Macrocystis pyrifera* que se ubican fuera de los grupos, debido a que las diatomeas epifitas se mantienen fuertemente unidas a las macroalgas (mucílago) evitando su desprendimiento y por lo tanto la proliferación en los estanques. Por otro lado, cuando se toma en cuenta presencia-ausencia de especies la formación de grupos desaparece.

De acuerdo con lo anterior, la hipótesis nula de que no existe discriminación en el consumo de diatomeas bentónicas no puede ser rechazada.

Cultivo de heces.

Kawamura *et al.* (1998a) detectaron que algunas diatomeas pequeñas eran ingeridas y generalmente defecadas intactas, mientras que las formas grandes, sobre todo las poco silicificadas o aquellas fuertemente adheridas, eran raspadas y quebradas por las rádulas de las poslarvas. Esto mismo se mantiene para los juveniles de abulón

rojo, ya que las especies de diatomeas de formas pequeñas (*Nitzschia laevis*, *Nitzschia frustulum*, *Nitzschia frustulum* var. *perminuta*, *Navicula* sp. 1), pueden incluso pasar vivas el tracto digestivo. Los taxa de diatomeas encontradas en las heces pero que no se encontraron en los contenidos estomacales, ni en los estanques o en las rocas, las pueden haber obtenido de las macroalgas de las rocas.

El encontrar valvas sin romper en las heces no significa que sean diatomeas sin digerir, ya que la frústula puede abrirse por efecto de los jugos gástricos y de esta manera ser aprovechadas, o bien los jugos gástricos podrían pasar entre los poros de las valvas y digerir el contenido.

En las muestras de las heces cultivadas, el medio de cultivo puede favorecer solo a algunas especies de diatomeas; otras pueden verse disminuidas ó impedir el desarrollo de otras especies (antagonismo), lo que explicaría la alta dominancia de un solo taxón. Sin embargo, otro aspecto a considerar es que algunas especies pueden pasar intactas el tracto digestivo y desarrollarse incluso después de haber pasado por éste, ya que algunas diatomeas están embebidas en un mucílago que al desprenderse lo hacen en forma de grumos (como *Nitzschia laevis*) y si bien este mucílago puede ser digerido, la diatomeas tienen mayor probabilidad de sobrevivir durante el paso del tracto digestivo.

Por otro lado, las especies raras podrían jugar un papel muy importante en la alimentación y nutrición del abulón, ya que al no pasar estas en grumos pueden ser mejor más fácilmente digeridas, por lo que se tendría que ponderar qué diatomeas son más importantes, si aquellas consumidas en grandes cantidades (de los 13 taxa que representaron el 80% de la abundancia total en los contenidos, 12 se encontraron en las heces) de las cuales una proporción podría no estar siendo aprovechada, o las especies raras que, a diferencia de las anteriores, de manera general presentan tallas grandes y aportan un mayor volumen a la dieta.

Discusión general.

En algunos casos podría interpretarse que los grupos identificados en los dendrogramas de similitud se forman de acuerdo a la localidad, temporada o a la especie de abulón que se trate, sin embargo, las agrupaciones pueden estar dependiendo de la fuente de alimento. Esto se puede observar cuando se incluyen en un solo dendrograma de clasificación todos los especímenes, ya que los juveniles de abulón azul del hábitat en

donde predomina *Macrocystis pyrifera*, se unen con los juveniles de abulón rojo del cultivo *in vitro* (Ensenada) alimentados con láminas de *M. pyrifera*, a pesar de que se trataba de años distintos y especies de abulón diferentes. Por otro lado, si consideramos al alimento como único factor a considerar para explicar la formación de grupos, se esperaría entonces que los juveniles del laboratorio de producción de semilla de Bahía Tortugas también formaran parte del grupo de juveniles alimentados con *M. pyrifera*. Sin embargo, lo que difiere en el laboratorio de producción de semilla de Bahía Tortugas es la fuerte influencia en los contenidos estomacales de la flora diatomológica que se desarrolla en los estanques, mientras que la dominancia de pocos taxones en los estanques enmascara el otro componente en la dieta de los juveniles, que en este caso serían las diatomeas obtenidas de *M. pyrifera* (epifitas).

Debido a la abundancia de diatomeas encontrada en los contenidos estomacales, se podría cuestionar el cambio gradual de dieta (que se maneja en la acuicultura del abulón) en donde se sustituyen a las diatomeas por macroalgas. De tal forma, ambos componentes, es decir diatomeas y macroalgas, podrían cubrir de manera más adecuada los requerimientos nutricionales del abulón hasta etapas más avanzadas, incluso en su estado adulto. Del mismo modo, la elección empírica de pocos taxa de diatomeas en la dieta del abulón no coincide con lo obtenido en las tres condiciones de estudio, por lo que los requerimientos nutricionales podrían no satisfacerse. Aunque, en algunos experimentos el uso de dietas monoespecíficas parece dar resultados satisfactorios (Sánchez-Saavedra *com. pers.*), ecológicamente esto no sigue una lógica sustentada en las observaciones realizadas a la fecha en el hábitat, que muestran una riqueza y diversidad medianamente altas de diatomeas en la dieta de juveniles de abulón.

A pesar de que los resultados de este trabajo servirían para proponer una dieta para suministrar a juveniles de abulón en cultivo, ya sean taxa selectos o una amplia gama de especies como la que se encuentra en los contenidos estomacales, se tendrían que hacer estudios para determinar si económicamente es redituable y someterse a ensayos de alimentación (aceptación y nutrición) para determinar su utilidad como dieta. Sin embargo, si se siguen manejando cultivos monoespecíficos, quizá convendría considerar aquellos taxa que resultan más abundantes en los contenidos estomacales y que son digeridas efectivamente.

CONCLUSIONES.

- Dados los altos valores de riqueza específica y diversidad en el contenido estomacal de juveniles tanto de *Haliotis fulgens* como de *H. rufescens*, así como la baja similitud existente entre lo ingerido y lo encontrado en su medio, se hace evidente que el consumo de diatomeas es indiscriminado tanto en su hábitat como bajo condiciones de cultivo.
- El consumo de diatomeas por los abulones resulta azaroso y no solo depende de la abundancia de diatomeas en el medio, sino también de factores como la distribución en parches de las diatomeas.
- Las diatomeas bentónicas, sobre todo las formas que proliferan como epifitas son un componente importante en la dieta de juveniles de abulón y no solo durante sus primeras etapas de vida, sin embargo son necesarios estudios enfocados a aclarar el aporte nutricional de éstas en la dieta.
- Dado que no fue posible identificar hasta especie algunos de los taxa abundantes en los contenidos estomacales, se sugiere utilizar otras técnicas para su correcta determinación taxonómica; ello es fundamental si se requieren estudios sobre el aporte nutricional de un taxón o del conjunto de ellos, ya que en cada especie de diatomea el valor nutricional varía.

RECOMENDACIONES

- Debido a que se supone que muchas de las diatomeas que se encuentran en los contenidos estomacales de los juveniles provienen de la fuente de alimento macroalgal, en este caso de láminas de *Macrocystis pyrifera*, se recomienda determinar qué especies de diatomeas epífitas se encuentran presentes en la láminas, por lo menos de las especies abundantes.
- Evaluar cuál es el aporte del conjunto de las especies raras en la dieta de los juveniles de abulón
- Dentro de las especies más abundantes en los contenidos intestinales, elegir aquellos taxa que sean factible cultivar y hacer ensayos para medir crecimiento y comparar con las dietas monoespecíficas de diatomeas usualmente utilizadas en el cultivo del abulón.
- Utilizando juveniles de abulón de 10 mm (cambio de dieta) hacer ensayos en donde se maneje una dieta a base de *Macrocystis pyrifera* y otra a base de diatomeas y comparar tasa de crecimiento y de mortalidad para determinar si es mejor continuar con una dieta a base de diatomeas por lo menos en etapas más avanzadas.

LITERATURA CITADA.

- Admiraal, W., H. Peletier & H. Zomer. 1982. Observations and experiments on the population dynamics of epipelagic diatoms from an estuarine mudflat. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 14:471-487
- Anderson, M.J. 1995. Variation in biofilms colonizing artificial surfaces: Seasonal effects and effects of grazers. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 95: 705-714.
- Argumedo-Hernández U. 2007. Hábitos alimentarios de *Haliotis* spp. y bases nutricionales para su manejo. *CICIMAR Oceánides*, 22(1,2):13-27.
- Argumedo-Hernández U. & D.A. Siqueiros-Beltrones. 2007. Cambios en la estructura de la asociación de diatomeas epifitas de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. *Acta Botanica Mexicana*, 82:43-66.
- Bocanegra-Castillo N.L., Abitia-Cárdenas L.A. y Galván-Magaña F. 2000. Espectro alimentario de la berrugata californiana *Menticirrhus undulatus* de Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 26(4): 659-675.
- Britz, P.T. 1996. The suitability of selected protein source for inclusion in formulated diets for the South African abalone, *Haliotis midae*. *Aquaculture*, 140:63-73.
- Brower, J.E. & J.H. Zar. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown Co. Dubuque Iowa, E.U.A., 226 pp.
- Correa-Reyes, J.G., M. del P. Sánchez-Saavedra, D.A. Siqueiros-Beltrones & N. Flores-Acevedo. 2001. Isolation and growth of eight strains of benthic diatoms, cultured under two light conditions. *J. Shellfish Res.*, 20(2):603-610.
- Carreón-Palau, L., S.A. Guzmán del Prío, J. Beldar-Pérez, J. Carrillo-Laguna & R. Herrera-Fragoso. 2003. Microhábitat y biota asociada de juveniles de abulón *Haliotis fulgens* y *H. corrugata* en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 29(3):325-341.
- Carvajal-Miranda, M.J., M. del P. Sánchez-Saavedra & J.A. Simental. 2005. Effect of monospecific and mixed benthic diatom cultures on the growth of red abalone postlarvae *Haliotis rufescens* (Swainson 1822). *J. Shellfish Res.*, 24(2): 401-405.
- Corazani, D. & J.E. Illanes. 1998. Growth of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* Ito 1953 and *Haliotis rufescens* Swainson 1822, Fed with different diets. *J. Shellfish Res.*, 17(3): 663-666.
- Cleve-Euler, A. 1951-1955. *Die Diatomeen von Schweden un Finnland*. I-V. Kongl. Svenska VetenskapsAkad. Handl. Ser. 4, 2(1), 1-163 (1951); Ser. 4, 3(3), 1-153 (1952); Ser. 4, 4(2) 1-158 (1953); Ser. 4, 4(5), 1-255 (1953); Ser. 4, 5(4), 1-232 (1955).

- Daume, S. & S. Ryan. 2004. Nursery culture of the abalone *Haliotis laevis*: larval settlement and juvenile production using cultured algae or formulated feed. *J. Shellfish Res.*, 23(4):967-974.
- Dunstan, G.A., Baillie, H.J., Barrett, S.M. & J.K. Volkman. 1996. Effect of diet on the lipid composition of wild and cultured abalone. *Aquaculture*, 140: 115-127.
- Ebert, E.E. & J.L. Houk. 1984 Elements and innovations in the cultivation of red abalone *Haliotis rufescens*. *Aquaculture*, 39:375-392.
- Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins:biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in food science & technology*, 10:25-28.
- Foster, S. M. & D. R. Schiel. 1985. *The ecology of giant kelp forests in California: A community profile*. U.S. Fish Wild. Serv. Biological Report 85 (7.2), 152 pp.
- Gordon, N., A. Neori, M. Shpigel, J. Lee & S. Harpaz. 2006. Effect of diatom diets on growth and survival of the abalone *Haliotis discus hannai* postlarvae. *Aquaculture*, 252: 225-233.
- Guillard, R.R.L. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. 26-60. *En: Smith W.L. & Chanley M.H. (Eds.), Culture of Marine Invertebrate Animals*. Plenum Press, New York, USA. 315 pp.
- Guzmán del Prío, S. 1992. A review of the biology of abalone and its fishery in México. 341-369. *En: Sheperd, M.J., M.J. Stegner & S.A. Guzmán del Prío (Eds.), Abalone of the World; biology, fisheries and culture*. Fishing News Books, Oxford, 608 pp.
- Guzmán del Prío, S., E. Serviere-Zaragoza & D. Siqueiros-Beltrones. 2003. Natural Diet of Juvenile Abalone *Haliotis fulgens* and *Haliotis corrugata* (Mollusca:Gastropoda) in Bahía Tortugas, México. *Pacific Science.*, 57(3): 319-324.
- Jarayabhand, P. & N. Paphavasit. 1996. *A review of the culture of tropical abalone with special reference to Thailand*. *Aquaculture*, 140: 159-168.
- Haaker, P.L., D.O. Parker, K.C. Barsky & C.S.Y. Chun. 1998. Growth of red abalone, *Haliotis rufescens* (Swainson), at Johnsons Let, Santa Rosa Island, California. *J. Shellfish Res.*, 17(3): 747-753.
- Hahn, K.O. (Ed.) 1989. *Handbook of Culture of abalone and other marine gastropods*. CRC Press. Boca Raton, Florida, 348 pp.
- Hendey, I. 1964. *An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V Bacillariophyceae (Diatoms)*. Fish. Inv. Ser.IV:HMSO. Londres, 317 p
- Hernández-Almeida, O.U. & D.A. Siqueiros-Beltrones. 2008. Variaciones en la estructura de asociaciones de diatomeas epifitas de macroalgas en una zona subtropical. *Hidrobiológica*, 18(1):51-61.

- Hudon, C. & E. Bourget. 1981. Initial colonization of artificial substrate: community development and structure studies by scanning electron microscopy. *Can. Jour. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 1371-1384.
- Hustedt, F. 1930a. Bacillariophyta. *En: Pascher, A. (Ed.) Die Susswasserflora Mitteleuropas Haft 10*. Otto Koeltz Science Pub., Alemania, 466p.
- Hustedt, F. 1930b. Die kieselalgen Deutschland, Osterreichs un der Schweiz. *En: Rabenhorts L. (Ed.), Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreichs un Schweiz, VII Band, II Teil*. Koetz Scientific Book (Rep. 1991), Alemania, 920 pp.
- Hustedt, F. 1955. Marine littoral diatoms of Beaufort North Carolina. *Duke Univ. Mar. Stat. Bull*, 6: 1-67.
- Hustedt, F. 1959. Die kieselalgen Deutschland, Osterreichs un der Schweiz. *En: Rabenhorst L. (Ed.), Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreichs un Schweiz, VII Band, II Teil*. Koetz Scientific Book (Rep. 1991), Alemania, 845 pp.
- Hustedt, F. 1961-1966. Die kieselalgen Deutschland, Osterreichs un der Schweiz. *En: Rabenhorst L. (Ed.), Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreichs un Schweiz, VII Band, III Teil*. Koetz Scientific Book (Rep. 1991), Alemania, 816 pp.
- Kawamura, T., T. Saido, H. Takami & Y. Yamashita. 1995. Dietary value of benthic diatoms for the growth of post-larval abalone *Haliotis discus hannai*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 194:189-199.
- Kawamura, T., D.R. Roberts & H. Takami. 1998a. A review of the feeding and growth of postlarval. *J. Shellfish Res.*, 17(3):615-626.
- Kawamura, T., D.R. Roberts & C.M. Nicholson. 1998b. Factors affecting the food value of diatom strains for post-larval abalone *Haliotis iris*. *Aquaculture*, 160:81-88.
- Knauer, J., P.T. Britz & T. Hecht. 1996. Comparative growth performance and digestive enzyme activity of juvenile South African abalone. *Haliotis midae*, fed on diatoms and a practical diet. *Aquaculture*, 140: 75-85.
- Korte, V.L. & D.W. Blinn. 1983. Diatom colonization on artificial substrata in pool and riffle zones studied by light and scanning electron microscopy. *J. Phycol.*, 19:332-341.
- Lindberg, D.R. 1992. Evolution, distribution and systematics of Haliotidae. 3-18. *En: Sheperd, M.J., M.J. Stegner & S.A. Guzmán del Prío (Eds.), Abalone of the World; biology, fisheries and culture*. Fishing News Books, Oxford, 608 pp.
- Laws, R.A. 1988. Diatoms (Bacillariophyceae) from surface sediments in the San Francisco Bay estuary. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 45:133-154.

- Leighton, D.L. 2000. The biology and culture of the California abalone. Dorrance Publishing. Pittsburg, Pennsylvania. 216 pp.
- En: Ponce-Díaz, G, S. Sánchez-Hernández & E. Yuen Sánchez (Eds.), 2003. alternativas para fortalecer la cadena productiva de la pesquería del abulón. CIBNOR. México, 158 pp.
- López, L.M., Tyler P.A. & M.T. Viana. 1998. The effect of temperature and artificial diets on growth rates of juvenile *Haliotis tuberculata* (Linnaeus, 1758). *J. Shellfish Res.*, 17(3):657-662.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princenton University Press. N. J, 179 pp.
- McBride, S. 1998. Current status of abalone aquaculture in the Californias. *J. Shellfish Res.*, 17(3): 593-600.
- Pielou, E.C. 1969. *An introduction to mathematical ecology*. Wiley Interscience. New York, E.U.A., 286 pp.
- Peragallo, H. & M. Peragallo. 1897-1908. *Diatomees marines de France et districts maritimes voisins*. Ed. M.J. Tempere, Grez-sur-Loing, Francia, 492 pp.
- Ponce-Díaz, G., E. Serviere-Zaragoza, I.S. Racotta, T. Reynoso-Granados, A. Mazariegos-Villareal, P. Monsalvo-Spencer & D. Lluch-Belda. 2004. Growth and tissue biochemical composition of *Haliotis fulgens* at elevated temperatures in Baja California under two dried brown algal diets, *J. Shellfish Res.*, 23 (4): 1051-1058.
- Roberts, R.D., T. Kawamura & C.M. Nicholson. 1999. Growth and survival of postlarval abalone (*Haliotis iris*) in relation to development and diatom diet. *J. Shellfish Res.*, 18(1): 243-250.
- Rodríguez-Montesinos, Y.E. & G. Hernández-Carmona. 1991. Variación estacional y geográfica de la composición química de *Macrocystis pyrifera* en la costa occidental de Baja California. *Ciencias Marinas*, 17(3):91-107.
- Round, F.E., R.M. Crawford & D.G. Mann. 1990. The diatoms. Biology & morphology of the genera. Cambridge University Press. Gran Bretaña, 747 pp.
- Salas-Garza, A.E. & R. Searcy-Bernal. 1990. Desarrollo y estado actual del cultivo del abulón en México, 538-545. En: Sheperd, M.J., M.J. Stegner & S.A. Guzmán del Prío (Eds.). *Abalone of the World: Biology fisheries and culture*. Fishing News Books, Oxford.
- Sang-Min, L. 2004. Utilization of dietary protein, lipid, and carbohydrate by abalone *Haliotis discus hannai*: a review. *J. Shellfish Res.*, 23(4):1027-1030.

- Sang-Min, L., K. Kyoung-Duck & K. Tae-Jin. 2004. Utilization of fermented skipjack tuna viscera as a dietary protein source replacing fish meal or soy bean meal for juvenile abalone *Haliotis discus hannai*. *J. Shellfish Res.*, 23(4):1059-1064.
- Sawatpeerra, S., E.S. Upatham, M. Kruatrachue, V. Ingsrisawang, T. Singhagraiwan, Y.P. Chitramvong & K. Parkpoomkamol. 1998. Determination of gut contents of thai abalone *Haliotis asinina* Linnaeus. *J. Shellfish Res.*, 17(3): 765-769.
- Schmidt, A.M. Schmidt, F. Fricke, H. Heiden, O. Muller & F. Hustedt. 1874-1959. *Atlas der Diatomaceenkunde*. Reisland, Leipzig. Alemania.
- Searcy-Bernal, R. A.E. Salas-Garza, R. Flores-Aguilar & P.R. Hinojosa-Rivera. 1992a. Simultaneous comparison methods for settlement and metamorphosis induction in the red abalone (*Haliotis rufescens*). *Aquaculture*, 105:241-250.
- Searcy-Bernal, R. A.E. Salas-Garza & R. Flores-Aguilar. 1992b. Investigaciones en México sobre la etapa crítica de la producción de semilla de abulón (*Haliotis* spp.) 547-560. En: Sheperd, M.J., M.J. Stegner y S.A. Guzmán del Prío (Eds.), *Abalone of the World; biology, fisheries and culture*. Fishing News Books, Oxford, 608 pp.
- Serviere-Zaragoza, E., D. Gómez-López & G. Ponce-Díaz. 1998. The natural diet of green abalone (*Haliotis fulgens* Philippi) in the Southern part of its range, Baja California Sur, Mexico, assessed by an analysis of gut contents. *J. Shellfish Res.*, 17 (3):777-782.
- Serviere-Zaragoza, E., D. G. Gómez-López & G. Ponce-Díaz. 2002. Gross chemical composition of three common macroalgae and a sea grass on the Pacific coast of Baja California, Mexico. *Hidrobiológica*, 12(2): 113-118.
- Simental-Trinidad, J.A., M.P., Sánchez-Saavedra & N. Flores-Acevedo. 2004. Growth and survival of juvenile red abalone (*Haliotis rufescens*) fed with macroalgae enriched with a benthic diatom film. *J. Shellfish Res.*, 23(4): 995-999.
- Simpson, B.J. & P.T. Cook. 1998. Rotation diets: a method of improving growth of cultured abalone using natural algal diets. *J. Shellfish Res.*, 17(3):635-640.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. 2002a. *Diatomeas bentónicas de la península de Baja California; diversidad y potencial ecológico*. Primera Edición. SEP-UABCS IPN-CICIMAR. México. 102 p.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. 2002b. Succession of benthic diatom assemblages in culture buckets for abalone (*Haliotis* spp.) post-larvae. 421-441 En: John, J. (Ed.). *Proceedings of the 15th International Diatom Symposium*. Perth, W. Australia (28 septiembre-2 octubre 1998).

- Siqueiros-Beltrones, D.A. 2005. Una paradoja sobre uniformidad vs. orden y estabilidad en la medida de la diversidad de especies según la teoría de la información. *Ludus Vitalis*, XIII(24): 1-10.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. & G. Valenzuela-Romero. 2001. New records of benthic diatoms from natural grazing surfaces of abalone (*Haliotis* spp.) in the Baja California Peninsula. *Oceánides*, 16(2): 107-125.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. & D. Voltolina. 2000. Grazing selectivity of red abalone *Haliotis rufescens* postlarvae on benthic diatom films under culture conditions. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31(2): 239-246.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. & G. Valenzuela-Romero. 2004. Benthic diatoms assemblages in an abalone (*Haliotis* spp.) habitat in the Baja California peninsula. *Pacific Science*, 58(3): 435-446.
- Siqueiros-Beltrones, D.A., E. Serviere-Zaragoza & U. Argumedo-Hernández. 2001. First record of the diatom *Cocconeis notata* Petit living inside the hydroteca of a hydrozoan epiphyte of *Macrocystis pyrifera* (L.) C. AG. *Oceánides*, 16(2): 135-138.
- Siqueiros-Beltrones, D.A., E. Serviere-Zaragoza & U. Argumedo-Hernández. 2002. Epiphytic diatoms of *Macrocystis pyrifera* (L.) C. AG. from the Baja California Península, México. *Oceánides*, 17(1): 31-39.
- Siqueiros-Beltrones, D. A., G. Valenzuela-Romero, O. Hernández Almeida, U. Argumedo-Hernández & F. O. López Fuerte. 2004. Catálogo iconográfico de diatomeas de hábitats rocosos y su incidencia en la dieta de abulones (*Haliotis* spp.) jóvenes de Baja California Sur, México. *CICIMAR-Oceánides*, 19(2): 1-79.
- Siqueiros-Beltrones, D.A., S. Guzmán del Prío & E. Serviere-Zaragoza. 2005. Main diatom taxa in the natural diet of juvenile *Haliotis fulgens* and *H. corrugata* (Mollusca:Gastropoda) in Bahía Tortugas and Bahía Asunción, B.C.S., Mexico. *Pacific Science*, 59(4): 581-592.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. & U. Argumedo-Hernández. 2005. Florística de diatomeas epifitas en láminas apicales de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. *CICIMAR-Oceánides*, 20(1,2): 37-63.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. & Hernández-Almeida. 2006. Florística de diatomeas epifitas en un manchón de macroalgas subtropicales. *CICIMAR-Oceánides*, 21: 11-16.
- Strain, L.W., M.A. Borowitzka & S. Daume. 2006. Growth and survival of juvenile greenlip abalone feeding on germlings of the macroalgae *Ulva* sp. *J. Shellfish Res.*, 25(1): 239-248.

- Tutschulte, T.C. & J.H. Connell. 1988. Feeding behavior and algal food of three species of abalones (*Haliotis*) in southern California. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 49: 57-64.
- Uki, N. 1981. Food value of marine algae of order Laminariales for growth of the abalone *Haliotis discus hannai*. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Lag.*, 42: 19-24.
- Upatham, E.S., S. Sawatpeera, M. Kruatrachue, Y.P. Chitrambong, T. Singhagraiwan, T. Pumthong & P. Jarayabhand. 1998. Food utilization by *Haliotis asinina* Linnaeus. *J. Shellfish Res.*, 17(3):771-776.
- Valdés-Urriolagoitia, A.A. 2000. Efecto de tres densidades de cultivo en la sobrevivencia y crecimiento de juveniles de abulón rojo *Haliotis rufescens* en un laboratorio comercial. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. México, 52 pp.
- Van Heurck, H. 1896. *A treatise on the diatomaceae*. Wheldon and Wesley Hd. Verlag Kramer. Inglaterra, 558 pp.
- Viana, M.T. 2002. Avances en la nutrición, fisiología digestiva y metabolismo del abulón. 293-308 *En*: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M.G. Simoes, N. (Eds.). Avances en nutrición acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo, México (3 al 6 de septiembre del 2002).
- Viana, M.T., López, L.M, García-Esquivel, Z. & E. Méndez. 1996. The use of silage made from fish and abalone viscera as an ingredient in abalone feed. *Aquaculture*, 140: 87-98.
- Werner, D (Ed.). 1977. The Biology of Diatoms. Botanical Monographs Vol.13. University of California Press. Gran Bretaña, 497pp.
- Witkowski, A., H. Lange-Bertalot & D. Metzeltin. 2000. Diatom flora of Marine coast I. A.R.G. Gantner Verlag K.G. Alemania, 925 pp.

APÉNDICE 1.

Tabla 1. Composición de especies de diatomeas de las asociaciones epilíticas, epifitas, en estanques y en contenidos estomacales de *Haliotis fulgens* y *H. rufescens*. En negritas las especies no presentes durante el análisis cuantitativo. Wit (Witkowski), Ehr. (Ehrenberg), Per. (Peragallo), Kütz (Kützing), Grun. (Grunow).

TAXA	REFERENCIA
<i>Achnanthes amoena</i> Hustedt	Simonsen (1987), lám. 583 fig. 21-24.
<i>Achnanthes biasoletiana</i> (Kützing) Grunow	Hustedt (1959), p. 379, fig. 823.
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	Hustedt (1959), p. 424, fig. 877 a-c.
<i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kütz)Cleve	Hustedt (1959), p. 425, fig. f-i
<i>Achnanthes</i> cf. <i>groenlandica</i> (Cleve) Grunow	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 418, fig. 20
<i>Achnanthes coarctata</i> (Brébisson) Grunow	Hustedt (1959), p. 420, fig. 872 a-c.
<i>Achnanthes groenlandica</i> (Cleve) Grunow	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 530, fig. 29-31.
<i>Achnanthes kuwaitensis</i> Hendey	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 528, lám. 43, fig. 13.
<i>Achnanthes longipes</i> Agardh	Per & Per (1897-1908), lám. 1, fig. 10.
<i>Achnanthes orientalis</i> Hustedt	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 29, fig. 15.
<i>Achnanthes parvula</i> Kützing	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 534, lám. 46, fig. 6-8.
<i>Achnanthes pseudogroenlandica</i> Hendey	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 530, lám. 44, fig. 16.
<i>Achnanthes yaquinensis</i> Hendey	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 528, lám. 43, fig. 13.
<i>Actinopterychus aster</i> Brunow	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 3, fig.2.
<i>Actinopterychus ehrenbergii</i> var. <i>ralfsii</i> Smith	Per. & Per. (1897-1908), lám. 103, fig. 1,2.
<i>Actinopterychus senarius</i> (Ehr) Ehrenberg	Soler <i>et al.</i> (2003), p. 306, lám. 14, fig. 5b.
<i>Actinopterychus vulgaris</i> Schuman	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 23, fig.3.
<i>Amphiprora lata</i> Greville	Per. & Per. (1897-1908), lám.37, fig. 22.
<i>Amphora acutiuscula</i> Kützing	Per. & Per. (1897-1908), lám. 50, fig. 29.
<i>Amphora</i> aff. <i>profusa</i> Giffen	Siqueiros-Beltrones <i>et al.</i> (2004), lám. 11, fig. 8.
<i>Amphora amoena</i> Hustedt	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 8, fig.5.
<i>Amphora arenaria</i> Donkin	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 778, lám. 168, fig. 14.
<i>Amphora biggiba</i> Grunow	Foged (1978), p. 218, lám. 36, fig. 13.
<i>Amphora biggiba</i> var. <i>interrupta</i> (Grun.) Grun.	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 768, lám. 163, fig. 27.
<i>Amphora</i> cf. <i>acutiuscula</i> Kützing	Per. & Per. (1897-1908), lám. 50, fig. 29.
<i>Amphora coffeaeformis</i> var. 1 (Agardh) Kützing	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 18, fig. 9.
<i>Amphora coffeaeformis</i> var. <i>salina</i> (Smith) Cleve	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 37, fig. 2.
<i>Amphora exigua</i> Gregory	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 764, lám. 161, fig. 15.
<i>Amphora kolbei</i> Aleem	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 786, fig. 10-12.
<i>Amphora pediculus</i> Grunow	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 26, fig. 99.
<i>Amphora proteus</i> Gregory	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 764, lám. 161, fig. 1-2.
<i>Amphora proteus</i> var. <i>contigua</i> Cleve	Siqueiros-Beltrones <i>et al.</i> (2004), lám. 11, fig. 18
<i>Amphora pusio</i> var. <i>parvula</i> Floegel	Per. & Per. (1897-1908), lám. 44, fig. 9
<i>Amphora salina</i> Schmidt	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 26, fig. 81
<i>Asterionella japonica</i> Cleve	Hustedt (1959), p. 256, fig. 734.
<i>Aulacodiscus affinis</i> Grunow	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 34, fig. 9.
<i>Bacillaria sociales</i> (Gregory) Ralfs	Siqueiros-Beltrones <i>et al.</i> (2004), lám.12, fig 2.

<i>Berkeleya rutilans</i> (Trentepohl) Grunow	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 566, fig. 14-17
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (Smith) Boyer	Hartley <i>et al.</i> (1996), p. 86, lám. 35, fig.2
<i>Biddulphia grundleri</i> Smith	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 118, fig. 22
<i>Brockmanniella brockmanni</i> Hustedt	Round <i>et al.</i> 1990. p. 302, fig. b.
<i>Caloneis liber</i> (Cleve) Smith	Per. & Per. (1897-1908), lám. 9, fig. 6
<i>Caloneis linearis</i> (Grunow) Boyer	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 762, fig. 12.
<i>Caloneis silícula</i> Cleve	Cleve-Euler (1955), p. 552, fig. 1143 a.
<i>Campylopyxis garkeana</i> (Grunow) Medlin	Round (1990), p. 472, fig. a-e
<i>Campylodiscus simulans</i> Gregory	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 17, fig. 12.
<i>Campylodiscus thuretii</i> Brébisson	Per. & Per. (1897-1908), lám. 57, fig. 8,9.
<i>Campyloneis grevillei</i> (Smith) Grun. <i>et</i> Eulenstein	Desikachary (1988), p.6, lám. 495, fig. 4.
<i>Campyloneis grevillei</i> var. <i>regalis</i> (Greville) Grun.	Per. & Per. (1897-1908), lám. 4, fig. 25,26.
<i>Catacombas gallioni</i> (Bory) Williams & Round	Per. & Per. (1897-1908), lám. 80, fig. 7.
<i>Cf. Parlibellus coxae</i> Wit Lange-Bertalot&Metzaltin	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.652, lám. 105, fig. 22.
<i>Climacosphenia moniligera</i> Ehrenberg	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 13, fig. 1-2
<i>Cocconeopsis</i> sp. 1	
<i>Cocconeopsis</i> sp. 2	
<i>Cocconeis britannica</i> Naegeli in Kützing	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 520, fig. 21-23.
<i>Cocconeis californica</i> Grunow	Siqueiros-Beltrones <i>et al.</i> (2004), lám. 2, fig. 11.
<i>Cocconeis californica</i> var. <i>californica</i> Wit. <i>et al.</i>	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.514, lám. 36, fig. 30.
<i>Cocconeis</i> cf. <i>carminata</i> Cholnoky	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.522, lám. 40, fig. 5-8.
<i>Cocconeis</i> cf. <i>diminuta</i> Pantocsek	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 6, fig. 2
<i>Cocconeis</i> cf. <i>disculoides</i> Hustedt	Hustedt (1955), p.56, lám. 5, fig.9.
<i>Cocconeis</i> cf. <i>finmarchica</i> Grun. in Cleve & Grun.	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.514, lám. 36, fig. 17-22.
<i>Cocconeis</i> cf. <i>haunensis</i> Witkowski emend-Wit.	Riaux-Gobin y Romero (2003), lám. 41, p. 152
<i>Cocconeis</i> cf. <i>placentula</i> Ehrenberg	
<i>Cocconeis convexa</i> Giffen	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 524, lám. 41, fig. 2
<i>Cocconeis costata</i> var. <i>hexagona</i> Grun. in VanHeurck	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.512, lám. 35, fig. 14-15.
<i>Cocconeis costata</i> var. <i>pacifica</i> (Grunow) Grun.	Romero & Rivera (1996).
<i>Cocconeis diminuta</i> Pantocsek	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 6, fig. 2
<i>Cocconeis dirupta</i> Gregory	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 14, fig. 2.
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i> (Janish & Rabenhorst) Grunow	López-Fuerte (2002), p. 130, lám. 9, fig. 12.
<i>Cocconeis discrepans</i> Schmidt	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 14, fig.7.
<i>Cocconeis disculoides</i> Hustedt	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.526, lám. 42, fig. 28-33.
<i>Cocconeis distans</i> Gregory	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 1, fig. 12.
<i>Cocconeis guttata</i> Hustedt in Aleem & Hustedt	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 522, fig. 14
<i>Cocconeis hauniensis</i> Witkowski	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.526, lám. 42, fig. 1-6.
<i>Cocconeis heteroidea</i> Hantzsch	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.512, lám. 35, fig. 5.
<i>Cocconeis peltoides</i> Hustedt	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 518, fig. 1-9
<i>Cocconeis placentula</i> cf. var. <i>lineata</i> (Ehr.)VanHeurck	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 43, fig.8.
<i>Cocconeis placentula</i> var. cf. <i>euglypta</i> Ehr. (Grun.)	Krammer&Lange (1991), p. 354, lám. 53, fig. 10
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cleve	Cleve-Euler (1953), p.8, fig. 492 a,b.

<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 43, fig.8.
<i>Cocconeis pseudomarginata</i> Gregory	Wit. et al. (2000), p. 512, fig. 1-4
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	Hustedt (1959), p. 337, fig. 790
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i> Grunow	Wit. et al. (2000), p. 526, fig. 19
<i>Cocconeis</i> sp. 1	
<i>Cocconeis</i> sp. 2	
<i>Cocconeis</i> sp. 3	
<i>Cocconeis speciosa</i> Gregory	Wit. et al. (2000), p.115, lám. 36, fig. 10.
<i>Cocconeis stauroneiformis</i> (W. Smith) Okuno	Wit. et al. (2000), p.550, lám. 54 fig. 1-3.
<i>Cocconeis sublittoralis</i> Hendey	Hendey (1964), lám. 28 fig. 14-17
<i>Cocconeis vetusta</i> Schmidt	Wit. et al. (2000), p.516, lám. 37 fig. 1-4.
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg	Hustedt (1930b), p. 417, fig. 223 b.
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg	Foged (1984), p. 158, fig. 8
<i>Coscinodiscus</i> sp. 1	
<i>Cuneolus</i> sp. 1.	
<i>Cyclotella cf. caspia</i> Grunow	Tomas (1997), p.32, lám. 1
<i>Cyclotella comta</i> (Ehrenberg) Kützing	Foged (1978), p. 150, lám. 2, fig. 9.
<i>Cyclotella littoralis</i> Lange et Syvertsen	Tomas (1997), p.33, lám. 1, fig.b.
<i>Cyclotella radiosa</i> (Grunow) Lemmermann	Hartley, et al. (1996), p. 134, fig. 8.
<i>Cymatotheca weisflogii</i>	
<i>Cymbellonitzschia</i> sp. 1	
<i>Delphineis surirella</i> Ehrenberg	Wit. et al. (2000), p. 486, fig. 7-8.
<i>Delphineis surirella</i> var. <i>australis</i> (Ehr) Andrews	López-Fuerte (2004), lám. 7, fig. 14.
<i>Delphineis surirella</i> var. <i>surirella</i> Ehr.	Navarro (1982), p. 90, lám. 13, fig. 12.
<i>Diploneis aestuari</i> Hustedt	Wit. et al. (2000), p. 618, fig. 11-13
<i>Diploneis bomboides</i> (Schmidt) Cleve	Wit. et al. (2000), p. 624, fig. 12
<i>Diploneis littoralis</i> (Donkin) Cleve	Siqueiros-Beltrones et al.(2004), lám. 10, fig. 13
<i>Diploneis notabilis</i> (Greville) Cleve	Wit. et al. (2000), p. 620, lám. 89, fig. 15.
<i>Diploneis papula</i> (A. Schmidt) Cleve	Hustedt (1959), p. 679, fig. 1071 a-c
<i>Diploneis subcincta</i> (A. Schmidt) Cleve	Per. & Per. (1897-1908), lám. 19, fig.16
<i>Diploneis vacillans</i> (A. Schmidt) Cleve	Wit. et al. (2000), p. 622, lám. 90, fig. 12.
<i>Eunotogramma laevis</i> Grunow	Wit. et al. (2000), p. 446, fig. 3-6.
<i>Eunotogramma</i> sp.1	
<i>Fallacia bioculata</i> Grunow	Hustedt (1961-1966), p. 372, fig. 1462
<i>Fallacia cf. margino-punctata</i> Sabbe & Vyverman	Wit. et al. (2000), p.584, lám. 71, fig. 18-20.
<i>Fallacia hummi</i> (Hustedt) D.G. Mann	Hustedt (1955), p. 59, lám 8, fig. 8-10.
<i>Fallacia nyella</i> (Hustedt)D.G.Man in Round et al.1990	Wit. et al. (2000), p.582, lám. 70, fig. 5-7.
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D.G. Mann in Round et al.	Moreno et al. (1996), p. 246, lám. 21, fig. 5.
<i>Fragilaria investiens</i> (W. Smith) Cleve-Euler	Wit. et al. (2000), p.502, lám. 30, fig. 15-19.
<i>Fragilariopsis doliolus</i> (Wallich) Medlin & Sims	Wit. et al. (2000), p.868, lám. 213, fig. 39.
<i>Gephyria media</i> Arnott	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 17, fig 1.
<i>Gomphonemopsis pseudoexigua</i> (Simonsen) Medlin	Medlin y Round (1986). Diat. Res. 1: 208.

<i>Gomphoseptatum aestuarii</i> (Cleve) Medlin	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 14, fig. 14
<i>Grammatophora arcuata</i> (Ehrenberg)	Hustedt (1959), p. 43, fig. 567 a-c
<i>Grammatophora gibberula</i> Kützing	Wit. et al. (2000), p.474, lám. 16, fig. 9-11.
<i>Grammatophora hamulifera</i> Kützing	Wit. et al. (2000), p.470, lám. 14, fig. 14-16.
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing	Wit. et al. (2000), p. 472, fig. 12
<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehr. pro parte) Grun.	Wit. et al. (2000), p. 472, fig. 13-14.
<i>Grammatophora undulata</i> Ehrenberg	Wit. et al. (2000), p.472, lám. 15, fig. 1.
<i>Gyrosigma beaufortianum</i> Hustedt	Hustedt (1955), pag. 61, lám. 10, fig. 8.
<i>Hanzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 41, fig. 16.
<i>Huttoniella reinhardtii</i> (Grunow) Hustedt	Wit. et al. (2000), p.448, lám.3, fig. 12-13.
<i>Hyalinella</i> sp. 1	
<i>Hyalodiscus scoticus</i> (Kützing) Grunow	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 14, fig. 16
<i>Hyalosira delicatula</i>	
<i>Hyalosira</i> sp. 1	
<i>Hyalosynedra laevigata</i> (Grun) Williams & Round	Wit. et al. (2000), p. 500, lám. 29, fig. 7-10.
<i>Licmophora abbreviata</i> Agardh	Wit. et al. (2000), p.482, lám.20, fig. 3-5
<i>Licmophora</i> cf. <i>abbreviata</i> Agardh	Hustedt (1959), p. 67, fig. 590.
<i>Licmophora communis</i> (Heiberg) Grunow	Siqueiros-Beltrones et al. (2004), lám. 14, fig 10
<i>Licmophora ehrenbergii</i> var. <i>ehrenbergii</i> (Küt.)Grun.	Wit. et al. (2000), p. 478, fig. 11.
<i>Licmophora flabellata</i> (Carmichael) Agardh	Wit. et al. (2000), p. 478, fig. 2 c-f.
<i>Licmophora gracilis</i> Ehrenberg	Per. & Per. (1897-1908), lám. 84, fig. 10.
<i>Licmophora gracilis</i> var. <i>gracilis</i> (Ehr) Grunow	Wit. et al. (2000), p. 480, fig. 15-17
<i>Licmophora hastata</i> (Meresch-Kowsky)	Hustedt (1959), p. 75, fig. 599.
<i>Licmophora paradoxa</i> (Lyngbye) Agardh	Hustedt (1959), p. 76, fig. 605
<i>Licmosoma</i> cf. <i>squamosa</i> Round et al Alexander	Round et Alexander (2002), p.319-326.
<i>Lyrella clavata</i> var. <i>subconstricta</i> (Hustedt) Moreno	Moreno et al. (1996), p. 250, lám. 23, fig. 9.
<i>Mastogloia cuneata</i> (Meister) Simonsen	Wit. et al. (2000), p.590, lám. 74, fig. 19-26.
<i>Mastogloia pusilla</i> var. <i>capitata</i> Hustedt	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 7, fig 11.
<i>Melosira</i> cf. <i>solida</i> Eulenstein	Schmidt et al. (1874-1959), lám. 180, fig. 50-51.
<i>Melosira nummuloidea</i> (Dillw) Agardh	Navarro (1982), p. 68, lám. 2, fig. 1-3.
<i>Melosira polaris</i> Grunow	Siqueiros-Beltrones et al.(2004), lám. 21, fig. 6.
<i>Navicula ammophila</i> Grunow	Wit. et al. (2000), p. 736, lám. 147, fig. 5,6.
<i>Navicula cancellata</i> Donkin	Wit. et al. (2000), p. 706, lám. 132, fig. 1.
<i>Navicula</i> cf. <i>disserta</i> Hustedt	Simonsen (1987), lám. 379, fig. 28-32.
<i>Navicula</i> cf. <i>microdigitoradiata</i> Lange-Bertalot	Wit. et al. (2000), p. 694, lám. 126, fig. 6,7.
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs y Pritchard	Wit. et al. (2000), p. 700, lám. 129, fig. 17.
<i>Navicula comoides</i> Hustedt	Hustedt (1961-1966), p. 303, fig. 1423
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	Siqueiros-Beltrones (2002).
<i>Navicula directa</i> (Smith) Ralfs in Pritchard	Wit. et al. (2000), p. 700, fig. 1.
<i>Navicula hamulifera</i> Grunow	Hustedt (1961-1966), p. 311, fig. 1430 a
<i>Navicula incerta</i> Grunow	Cleve-Euler (1953), p.168, fig. 849b.
<i>Navicula longa</i> Gregory	Per. & Per. (1897-1908), lám. 12, fig. 7.
<i>Navicula parva</i> (Menegh) A.Cleve	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 38, fig 13.

<i>Navicula pavillardii</i> Hustedt	Wit. et al. (2000), p. 704, lám. 131, fig. 2-6.
<i>Navicula pennata</i> Schmidt	Wit. et al. (2000), p. 724, fig. 27-28
<i>Navicula ramosissima</i> Agardh	Per. & Per. (1897-1908), lám. 12, fig. 10.
<i>Navicula</i> sp. 1	
<i>Navicula zosteretii</i> Grunow	Wit. et al. (2000), p. 714, lám. 136, fig. 20.
<i>Nitzschia marginata</i> Hustedt	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 8, fig. 9.
<i>Nitzschia marginata</i> Smith	
<i>Nitzschia</i> cf. <i>communata</i> Grunow	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 38, fig. 7.
<i>Nitzschia</i> cf. <i>ovalis</i> Arnott ex Grun. in Cleve & Grun.	Wit. et al. (2000), p. 856, fig. 18-19.
<i>Nitzschia commutata</i> (Grunow)	Per. & Per. (1897-1908), lám. 70, fig. 31
<i>Nitzschia commutata</i> var. <i>typica</i> Cleve	Cleve-Euler (1952), fig. 1443 a-c.
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 14, fig. 28.
<i>Nitzschia distans</i> Gregory	Foged (1984), lám. 58, fig. 13.
<i>Nitzschia frustulum</i> Kützing	Per. & Per. (1897-1908), lám. 72, fig. 25.
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perminuta</i> Grunow	Cleve-Euler (1952), p. 87, fig. 1497 e,f,k.
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 14, fig. 7.
<i>Nitzschia hungarica</i> Grunow	Wit. et al. (2000), p.818, lám. 188, fig. 10.
<i>Nitzschia laevis</i> Hustedt	Wit. et al. (2000), p. 822, lám.190, fig. 1-6
<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>costata</i> Hustedt in Schmidt et al.	Moreno et al. (1996), p. 256, fig. 22.
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow	Schmidt et al. (1874-1959), lám. 335, fig. 9.
<i>Nitzschia martiana</i> Agardh	Per. & Per. (1897-1908), lám. 72, fig. 20.
<i>Nitzschia media</i> Hantzsch	Per. & Per. (1897-1908), lám. 72, fig. 12
<i>Nitzschia microcephala</i> var. <i>bicapitellata</i> Cleve	Wit. et al. (2000), p. 858, fig. 9-11.
<i>Nitzschia obtusa</i> var. <i>scalpelliformis</i> Grunow	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 34, fig. 3.
<i>Nitzschia ruda</i> Cholnoky	Wit. et al. (2000), p.820, lám. 189, fig. 6.
<i>Nitzschia scalpelliformis</i> (Grun. in Cleve&Moller)Grun.	Wit. et al. (2000), p.844, lám. 201, fig. 10.
<i>Nitzschia sicula</i>	Wit. et al. (2000), p.864, lám. 211, fig. 8.
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) Smith	Wit. et al. (2000), p. 854, lám.206, fig. 5.
<i>Nitzschia subtilis</i> Kützing	Per. & Per. (1897-1908), lám. 73, fig. 15.
<i>Nitzschia valdestriata</i> Aleem & Hustedt	Wit. et al. (2000), p. 848, lám.203, fig. 19.
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh	Wit. et al. (2000), p.458, lám. 8, fig. 12-13.
<i>Opephora marina</i> (Gregory) Petit	Wit. et al. (2000), p.492, lám. 25, fig. 2-9.
<i>Opephora pacifica</i> (Grunow) Petit	Wit. et al. (2000), p.492, lám. 25, fig. 18-26.
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	Wit. et al. (2000), p.458, lám. 8, fig. 10-11.
<i>Paralia sulcata</i> f. <i>radiata</i> Grunow	Schmidt et al. (1874-1959), lám. 175, fig. 7.
<i>Parlibellus calvus</i> Wit., Metzeltin & Lange-Bertalot	Wit. et al. (2000), p.652, lám. 105 fig. 17.
<i>Parlibellus</i> sp.1	
<i>Pinnularia biceps</i>	
<i>Plagiogramma interruptum</i> (Gregory) Ralfs in Pritchard	Wit. et al. (2000), p. 464, lám. 11, fig. 22-24
<i>Plagiogramma pigmaeum</i> Greville	Navarro (1982), p. 90, lám. 13, fig. 3.
<i>Plagiogramma</i> sp. 1	
<i>Plagiogramma wallichianum</i> Greville	Foged, 1984, lám. XXVI, pag.174, fig. 5.
<i>Plagiogrammopsis crawfordii</i> Wit.	Wit. et al. (2000), p.462, lám. 10, fig. 37-39.

<i>Planothidium</i> cf. <i>hauckianum</i> (Grunow in Cleve & Grunow) Round & Buktiyarova	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 538, fig. 39-41.
<i>Planothidium delicatulum</i> Kützing	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 540, lám. 49, fig. 25.
<i>Planothidium hauckianum</i> (Grunow in Cleve & Grunow) Round & Buktiyarova	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 538, fig. 39-41.
<i>Planothidium polaris</i> (Østrup) Wit., Metzeltin & Lange-Bertalot	Wikowski <i>et al.</i> (2000), Pl. 49, fig. 37-39.
<i>Planothidium</i> sp. 1	
<i>Pleurosigma angulatum</i> var. <i>strigosum</i> (Smith) Van Heurck	Desikachary (1989), lám. 672, fig. 1.
<i>Pleurosigma diverse-striatum</i> Meister	Foged (1978), p. 190, lám. 22, fig. 6.
<i>Pleurosigma formosum</i> (Gregory) Ralfs	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 3, fig. 6.
<i>Pleurosigma intermedium</i> Smith	Peragallo (1891), p. 4, lám. 5, fig. 3-5.
<i>Podosira stelliger</i> (Bailey) Mann	Desikachary (1988), p. 12, lám. 601, fig. 1.
<i>Proschkinia complanatula</i> Grunow	Hustedt (1961-1966), p. 339, fig. 1450 a-f
<i>Psammodiscus nitidus</i> (Gregory) Round y Mann	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 488, lám. 23, fig. 12-14
<i>Psammodyction coarctata</i> (Grunow) D.G. Mann	Navarro (1982), p.136, fig 7-8
<i>Psammodyction constricta</i> (Gregory) Grunow	Per. & Per. (1897-1908), lám. 70, fig. 8-10
<i>Psammodyction panduriforme</i> var. <i>abrupta</i> (Per.) D.G. Mann	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 8, fig. 8.
<i>Psammodyction panduriformis</i> var. <i>minor</i> (Grun.) D.G. Mann	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 8, fig. 7.
<i>Pseudogomphonema kamstchaticum</i> (Grun.) Medlin	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 213, fig. 46
<i>Rhaponeis</i> cf. <i>grossepunctata</i> Hustedt	Simonsens (1987), lám 603, fg. 10-14.
<i>Raphoneis</i> cf. <i>nitida</i> (Gregory) Grunow	Hustedt (1959), p. 177, fig. 683
<i>Raphones nitida</i> (Gregory) Grunow	Hustedt (1959), p. 177, fig. 683
<i>Rhabdonema arcuatum</i> (Lyngbye?Agardh)Kütz.	Siqueiros-Beltrones <i>et al.</i> (2004), lám. 24, fig. 2.
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing	Hustedt (1959), p. 23, fig. 552.
<i>Rhapdonema robustum</i>	
<i>Rhaphoneis</i> sp. 1	
<i>Rhaponeis grossepunctata</i> Hustedt	Simonsen (1987), lám. 603, fig. 10-14
<i>Rhoicosphenia adolphi</i> Schmidt	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 213, fig. 20
<i>Rhoicosphenia</i> cf. <i>marina</i> (Smith)	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 213, fig. 28
<i>Rhoicosphenia genuflexa</i> (Kützing) Medlin	Wit. <i>et al.</i> (2000), p. 560, fig. 7-9
<i>Rhoicosphenia marina</i> (Smith)	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 213, fig. 28
<i>Rhoicosphenia marina</i> var. <i>intermedia</i> Schmidt	Schmidt <i>et al.</i> (1874-1959), lám. 213, fig. 36
<i>Rhoikoneis</i> sp. 1	
<i>Sellaphora</i> sp. 1	
<i>Seminavis angusta</i>	
<i>Seminavis ventricosa</i> (Greg.) Cleve	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 27, fig. 7.
<i>Staurosirella japonica</i> (Grunow in Van Heurck) Williams & Round	Round <i>et al.</i> 1990. p. 352, fig. m.
<i>Stephanodiscus carconensis</i> Eulenstein in Grun.	Laws (1988), lám. 4, fig. 3.
<i>Stephanodiscus</i> cf. <i>niagarae</i> Ehrenberg	Laws (1980), p. 185, fig. 7.
<i>Surirella fastuosa</i> (Ehrenberg) Kützing	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.872, lám. 215, fig. 1-3.

<i>Synedra commutata</i> Grun in Cleve&Round 1880	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.476, lám. 17, fig. 8-12.
<i>Synedra</i> sp. 1	
<i>Synedra tabutata</i> var. <i>fasciculata</i> (Kützing) Williams & Round	Siqueiros-Beltrones (2002), lám.5, fig. 2.
<i>Synedra tabutata</i> var. <i>obtusa</i> (Pantocsek) Hustedt	Wit. <i>et al.</i> (2000), p.502, lám. 30 fig. 3.
<i>Tabularia investiens</i> (W.Smith) Williams & Round	Hartley, <i>et al.</i> (1996), p. 586, lám. 285, fig.3
<i>Thalassiosira eccentrica</i> Ehrenberg (Cleve)	Hartley, <i>et al.</i> (1996), p.586, lám. 285, fig.12
<i>Thalassiosira hyalina</i> (Grunow) Gran.	Metzeltin & Wit.(1996), p.120, lám. 44, fig. 3
<i>Thalassiosira oestrupii</i> Ostensfeld	Hustedt (1930b), p. 318
<i>Thalassiosira oestrupii</i> var. <i>oestrupii</i> (Oestensfeld) Proschkina-Lavrenko ex Hasle	Moreno <i>et al.</i> (1996), p. 270, lám. 33, fig. 13.
<i>Trachyneis aspera</i> Ehrenberg	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 10, fig. 5.
<i>Trachyneis clepsydra</i> (Donkin) Cleve	Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 30, fig. 1
<i>Tryblionella accuminata</i> (Smith) D.G. Mann	Round <i>et al.</i> (1990), p. 614, fig. a.
<i>Tryblionella</i> cf. <i>debilis</i> Arnott	Per. & Per. (1897-1908), lám. 69, fig. 9
<i>Vikingea</i> sp. 1	

APÉNDICE 2.

Tabla 1. Taxa de diatomeas encontradas en los contenidos estomacales de *Haliotis fulgens* y *H. rufescens* (C.E.), estanques y rocas. EC: cultivo *in vitro*, CB: Clam Bay y BT: Bahía Tortugas. + presente, - ausente.

Taxón	C.E.			Estanques		Roca	
	EC	CB	BT	EC	BT	CB	EC
<i>Achnanthes kuwaitensis</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Achnanthes pseudogroenlandica</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Achnanthes amoena</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Achnanthes biasolettiana</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Achnanthes brevipes</i>	+	+	-	+	-	-	-
<i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Achnanthes</i> cf. <i>groenlandica</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes</i> cf. <i>grosepunctata</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Achnanthes coarctata</i>	+	+	-	+	-	-	+
<i>Achnanthes groenlandica</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>Achnanthes longipes</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes orientalis</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Achnanthes parvula</i>	+	+	+	+	-	-	+
<i>Achnanthes yaquinensis</i>	+	+	+	+	+	+	-
<i>Actinopterychus aster</i>	-	-	-	+	-	+	-
<i>Actinopterychus ehrenbergii</i> var. <i>ralfsii</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Actinopterychus senarius</i>	+	+	-	+	-	-	-
<i>Actinopterychus vulgaris</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Amphiprora lata</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Amphora acutiuscula</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Amphora</i> aff. <i>Profusa</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora amoena</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Amphora arenaria</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Amphora biggiba</i>	+	-	-	+	-	+	-
<i>Amphora biggiba</i> var. <i>interrupta</i>	+	+	+	-	+	+	-
<i>Amphora</i> cf. <i>Acutiuscula</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Amphora coffeaeformis</i> var. 1	+	-	-	+	-	+	-
<i>Amphora coffeaeformis</i> var. <i>salina</i>	+	+	+	+	+	-	-
<i>Amphora exigua</i>	+	-	-	+	-	+	-
<i>Amphora kolbei</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Amphora pediculus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Amphora proteus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Amphora proteus</i> var. <i>contigua</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora pusio</i> var. <i>parvula</i>	+	+	+	+	+	+	-
<i>Asterionella japonica</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>Aulacodiscus affinis</i>	-	+	-	-	-	-	-

<i>Bacillaria sociales</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Berkeleya rutilans</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>Biddulphia biddulphiana</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Biddulphia grundleri</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Brockmanniella brockmanni</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Caloneis liber</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Caloneis linearis</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Caloneis silícula</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Campylopyxis garkeana</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Campylodiscus simulans</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Campylodiscus thuretii</i>	+	+	+	-	-	+	-
<i>Campyloneis grevillei</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Catacombas gallioni</i>	+	+	+	+	+	+	-
<i>Cf. Parlibellus coxiae</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Climacosphenia moniligera</i>	+	+	-	+	-	-	+
<i>Cocconeopsis</i> sp. 1	+	+	+	-	+	-	-
<i>Cocconeopsis</i> sp. 2	-	+	+	-	-	-	-
<i>Cocconeis britannica</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cocconeis californica</i> var. <i>californica</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Cocconeis</i> cf. <i>carminata</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Cocconeis</i> cf. <i>diminuta</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis</i> cf. <i>disculoides</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cocconeis</i> cf. <i>finmarchica</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>Cocconeis</i> cf. <i>haunensis</i>	+	+	+	+	-	-	-
<i>Cocconeis</i> cf. <i>placentula</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Cocconeis convexa</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis costata</i> var. <i>hexagona</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Cocconeis costata</i> var. <i>pacifica</i>	+	+	+	-	-	+	-
<i>Cocconeis diminuta</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Cocconeis dirupta</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Cocconeis discrepans</i>	+	-	-	+	-	-	+
<i>Cocconeis distans</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cocconeis guttata</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>Cocconeis heteroidea</i>	+	-	+	+	-	-	+
<i>Cocconeis peltoides</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> cf. var. <i>lineata</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	+	-	-	+	-	+	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Cocconeis pseudomarginata</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Cocconeis scutellum</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>	+	+	+	+	-	-	+
<i>Cocconeis</i> sp. 1	-	+	+	-	-	-	-

<i>Cocconeis</i> sp. 2	+	-	-	-	-	+	-
<i>Cocconeis</i> sp. 3	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis speciosa</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Cocconeis stauroneiformis</i>	+	+	+	+	-	-	+
<i>Cocconeis sublittoralis</i>	+	+	+	+	+	-	-
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus</i> sp. 1	+	+	+	+	-	+	-
<i>Cuneolus</i> sp 1.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella</i> cf. <i>caspia</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella comta</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cyclotella littoralis</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella radiosa</i>	+	+	-	+	-	+	+
<i>Cymbellonitzschia</i> sp. 1	+	-	-	-	-	-	-
<i>Delphineis surirella</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Delphineis surirella</i> var. <i>australis</i>	-	+	-	-	-	+	-
<i>Diploneis aestuari</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Diploneis bomboides</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Diploneis littoralis</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>Diploneis notabilis</i>	-	+	+	+	-	-	-
<i>Diploneis papula</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Diploneis subcincta</i>	+	+	-	+	-	+	+
<i>Diploneis vacillans</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Eunotogramma laevis</i>	+	-	-	+	-	+	+
<i>Eunotogramma</i> sp.1	+	+	+	+	-	+	-
<i>Fallacia bioculata</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Fallacia hummi</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Fallacia nyella</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Fallacia pygmaea</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>Fragilariopsis doliolus</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Gephyria media</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Gomphonemopsis pseudoexigua</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Gomphoseptatum aestuarii</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Grammatophora arcuata</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora gibberula</i>	+	+	+	+	+	-	+
<i>Grammatophora hamulifera</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Grammatophora marina</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Grammatophora oceanica</i>	-	+	+	+	-	+	-
<i>Grammatophora undulata</i>	-	+	+	-	+	-	-
<i>Gyrosigma beaufortianum</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Hanzschia amphioxys</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Huttoniella reinhardtii</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Hyalinella</i> sp. 1	-	+	-	-	-	-	-
<i>Hyalodiscus scoticus</i>	+	-	-	+	-	+	+

<i>Hyalosira delicatula</i>	-	+	-	+	-	-	-
<i>Hyalosira</i> sp. 1	-	+	-	-	-	+	-
<i>Hyalosynedra laevigata</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Licmophora abbreviata</i>	-	+	-	-	-	+	-
<i>Licmophora</i> cf. <i>abbreviata</i>	-	+	-	-	-	+	-
<i>Licmophora communis</i>	+	+	-	+	-	-	-
<i>Licmophora ehrenbergii</i> var. <i>ehrenbergii</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Licmophora flabellata</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>Licmophora gracilis</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Licmophora gracilis</i> var. <i>gracilis</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Licmophora paradoxa</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Licmosoma</i> cf. <i>squamosa</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lyrella clavata</i> var. <i>subconstricta</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Mastogloia pusilla</i> var. <i>capitata</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira</i> cf. <i>solida</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Melosira nummoloidea</i>	-	+	+	-	+	-	-
<i>Melosira polaris</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>Navicula ammophila</i>	-	+	+	+	-	+	-
<i>Navicula cancellata</i>	-	-	+	-	-	+	-
<i>Navicula</i> cf. <i>disserta</i>	+	+	-	-	-	+	-
<i>Navicula</i> cf. <i>microdigitoradiata</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Navicula cincta</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Navicula comoides</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Navicula directa</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Navicula hamulifera</i>	-	+	+	-	-	+	-
<i>Navicula longa</i>	+	+	+	-	-	+	-
<i>Navicula parva</i>	+	+	-	+	-	-	-
<i>Navicula pavillardii</i>	-	+	+	-	-	+	-
<i>Navicula pennata</i>	+	+	+	+	-	-	-
<i>Navicula ramosissima</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Navicula</i> sp. 1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula zosteretii</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>commutata</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>ovalis</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia commutata</i>	-	+	-	-	-	+	-
<i>Nitzschia commutata</i> var. <i>typica</i>	+	-	+	+	-	-	-
<i>Nitzschia dissipata</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Nitzschia distans</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia frustulum</i>	+	+	+	+	+	-	-
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perminuta</i>	+	+	+	+	+	+	-
<i>Nitzschia gracilis</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia hungarica</i>	+	-	-	-	-	+	-

<i>Nitzschia laevis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>costata</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia lorenziana</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia marginata</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia martiana</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia media</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia microcephala</i> var. <i>bicapitellata</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia obtusa</i> var. <i>scalpelliformis</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia ruda</i>	+	+	+	+	+	-	-
<i>Nitzschia scalpelliformis</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia sícula</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia sigma</i>	+	-	+	+	-	-	+
<i>Nitzschia subtilis</i>	-	+	+	+	-	-	-
<i>Nitzschia valdestriata</i>	+	-	+	+	-	-	-
<i>Odontella aurita</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Opephora marina</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Opephora pacifica</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i> f. <i>radiata</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Parlibellus calvus</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Parlibellus</i> sp.1	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia biceps</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Plagiogramma interruptum</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Plagiogramma</i> sp. 1	-	+	-	-	-	-	-
<i>Plagiogrammopsis crawfordii</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>Planothidium</i> cf. <i>hauckianum</i>	+	+	-	-	-	+	-
<i>Planothidium delicatulum</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>Planothidium hauckianum</i>	-	+	+	+	+	-	+
<i>Planothidium polaris</i>	+	+	+	+	-	+	+
<i>Planothidium</i> sp. 1	+	-	-	+	-	-	-
<i>Pleurosigma angulatum</i> var. <i>strigosum</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Pleurosigma diverse-striatum</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma formosum</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma intermedium</i>	+	+	+	+	-	-	-
<i>Podosira stelliger</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Proschkinia complanatula</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Psammodyction coarctata</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>Psammodyction constricta</i>	+	-	-	+	-	-	+
<i>Psammodyction panduriformis</i> var. <i>minor</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Psammodiscus nitidus</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudogomphonema kamstchiticum</i>	+	-	-	+	-	+	-
<i>Raphoneis</i> cf. <i>nitida</i>	-	+	-	+	-	-	+
<i>Raphones nitida</i>	+	-	-	-	-	-	-

<i>Rhapdonema adriaticum</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Rhapdonema robustum</i>	-	+	-	-	-	+	-
<i>Rhaphoneis</i> sp. 1	+	+	-	+	-	-	-
<i>Rhaphoneis grosepunctata</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Rhoicosphenia adolphi</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Rhoicosphenia</i> cf. <i>marina</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rhoicosphenia genuflexa</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Rhoicosphenia marina</i> var. <i>intermedia</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Rhoikoneis</i> sp. 1	+	-	-	+	-	+	-
<i>Sellaphora</i> sp. 1	+	-	-	-	-	-	-
<i>Seminavis angusta</i>	+	+	+	+	+	-	+
<i>Seminavis ventricosa</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Staurosirella japonica</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Stephanodiscus carconensis</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanodiscus</i> cf. <i>niagarae</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Synedra commutata</i>	+	+	+	+	-	-	-
<i>Synedra</i> sp. 1	+	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra tabutata</i> var. <i>fasciculata</i>	+	+	+	+	-	-	-
<i>Synedra tabutata</i> var. <i>obtusa</i>	-	+	+	+	+	-	-
<i>Tabularia investiens</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Thalassiosira hialina</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira oestrupii</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>Trachyneis aspera</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Trachyneis clepsidra</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Tryblionella acuminata</i>	+	+	+	+	-	+	-
<i>Tryblionella</i> cf. <i>debilis</i>	+	+	-	-	-	-	-

APÉNDICE 3.

Similitud de Bray-Curtis y Jaccard separando los juveniles de *Haliotis fulgens* extraídos de Clam Bay en mayores y menores de 30mm.

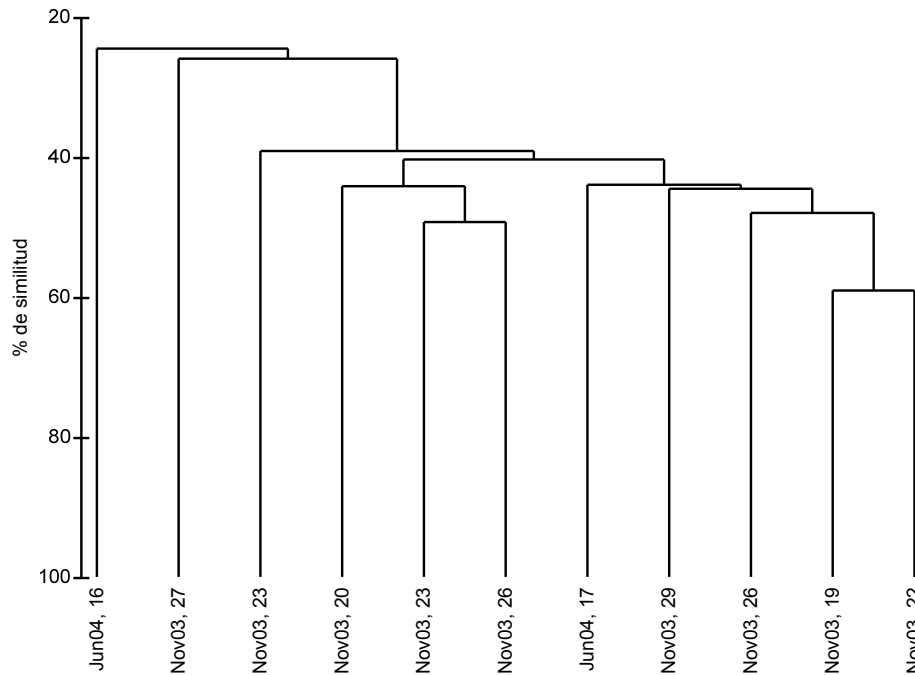


Figura. 1. Similitud de Bray-Curtis con todos los juveniles menores de 30 mm recolectados en noviembre del 2003 y junio del 2004. El número final de la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.

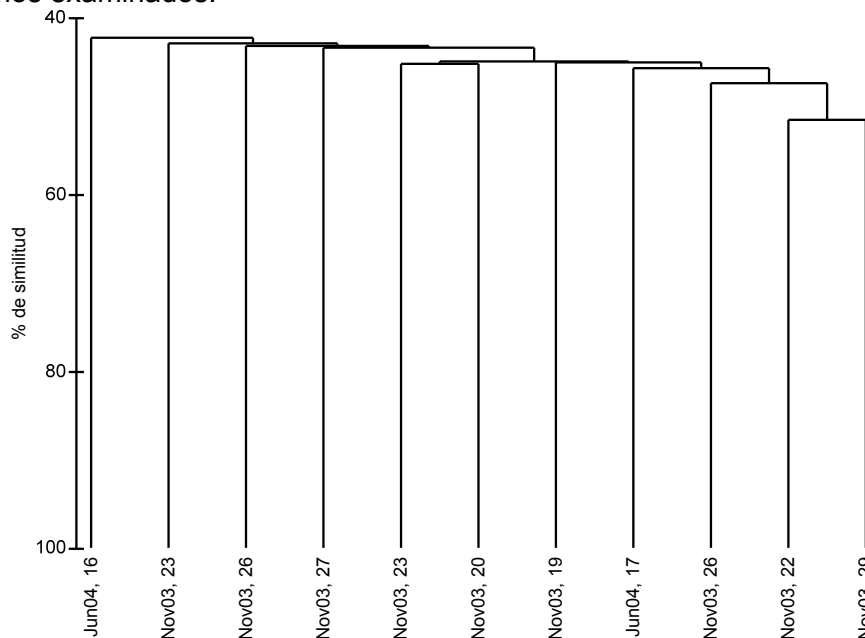


Figura 2. Similitud de Jaccard con todos los juveniles menores de 30 mm recolectados en noviembre del 2003 y junio del 2004. El número final de la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.

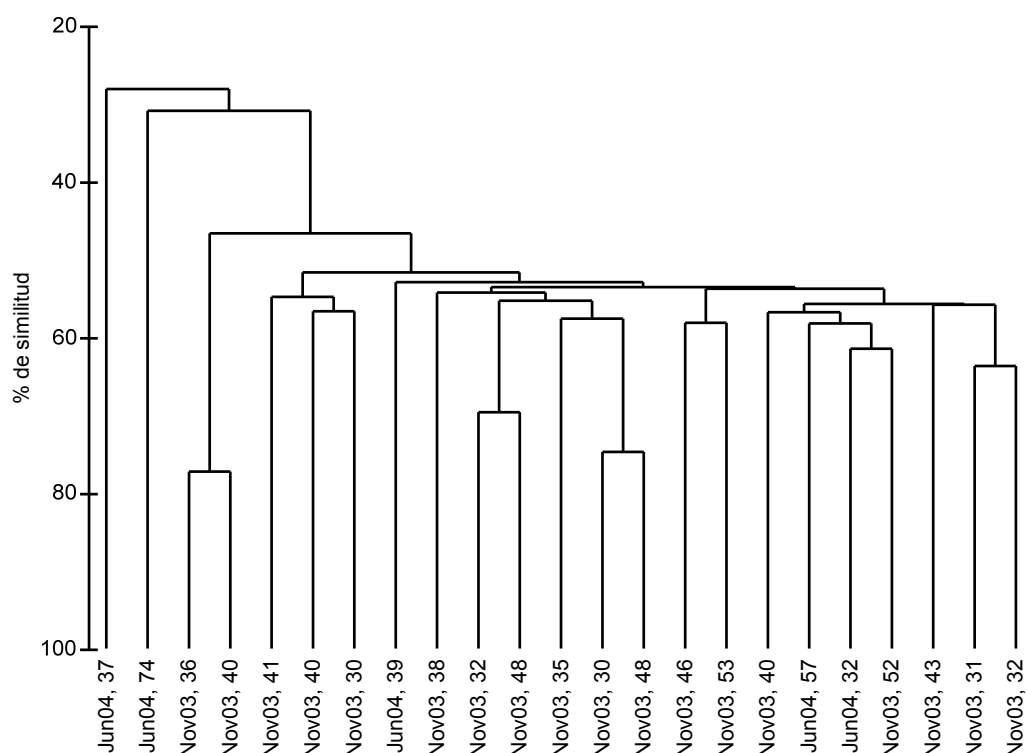


Figura 3. Similitud de Bray-Curtis con todos los juveniles mayores de 30 mm recolectados en noviembre del 2003 y junio del 2004. El número final de la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.

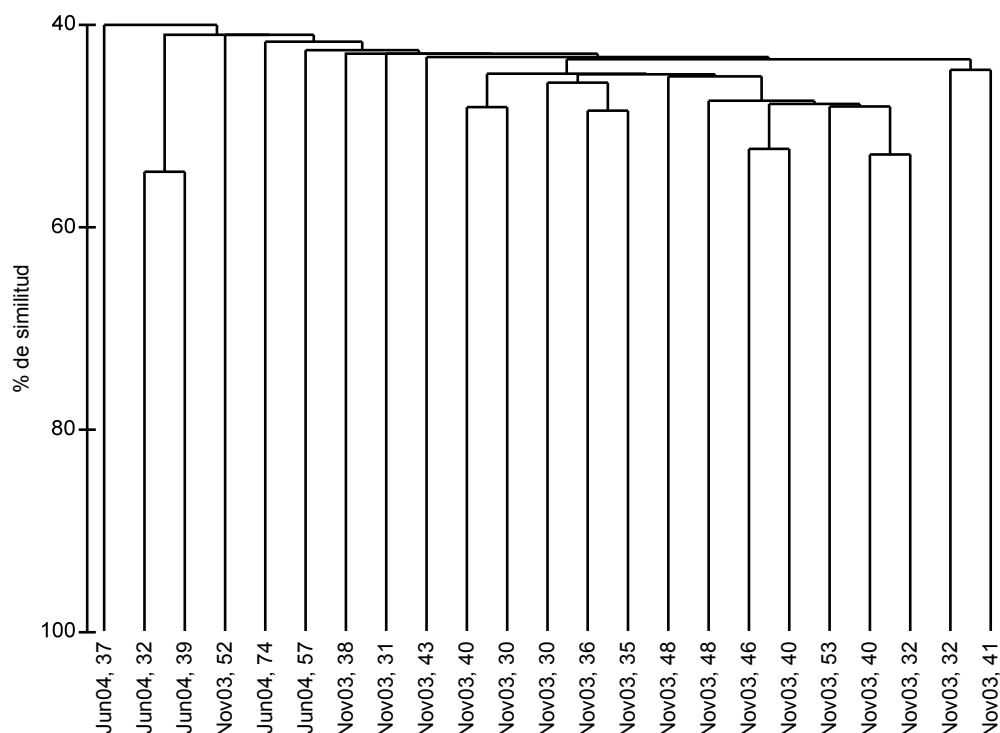


Figura 4. Similitud de Jaccard con todos los juveniles mayores de 30 mm recolectados en noviembre del 2003 y junio del 2004. El número final de la etiqueta corresponde a la talla en mm de los organismos examinados.

APÉNDICE 4.

Catálogo iconográfico de los taxa representativos de las asociaciones epilíticas, epifitas, en estanques y en contenidos estomacales de *Haliotis fulgens* y *H. rufescens*.

LÁMINA 1

1. *Pleurosigma intermedium* Smith
2. *Pleurosigma formosum* (Gregory) Ralfs
3. *Pleurosigma diverse-striatum* Meister
4. *Navicula directa* (Smith) Ralfs in Pritchard
5. *Navicula longa* Gregory
6. *Navicula hamulifera* Grunow
7. *Gyrosigma beaufortianum* Hustedt
8. *Navicula incerta* Grunow
9. *Navicula* cf. *disserta* Hustedt
10. *Navicula* cf. *cancellata* Donkin
11. *Navicula comoides* Hustedt
12. *Navicula ammophila* Grunow
13. *Navicula cancellata* Donkin
14. *Navicula pavillardii* Hustedt
15. *Proschkinia complanatulula* Grunow
16. *Navicula pennata* Schmidt
17. *Navicula ramosissima* Agardh
18. *Navicula* cf. *microdigitoradiata* Lange-Bertalot
19. *Navicula parva* (Menegh) A.Cleve
20. *Navicula crytocephala*
21. *Navicula* sp. 1
22. *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs & Pritchard

LÁMINA 1

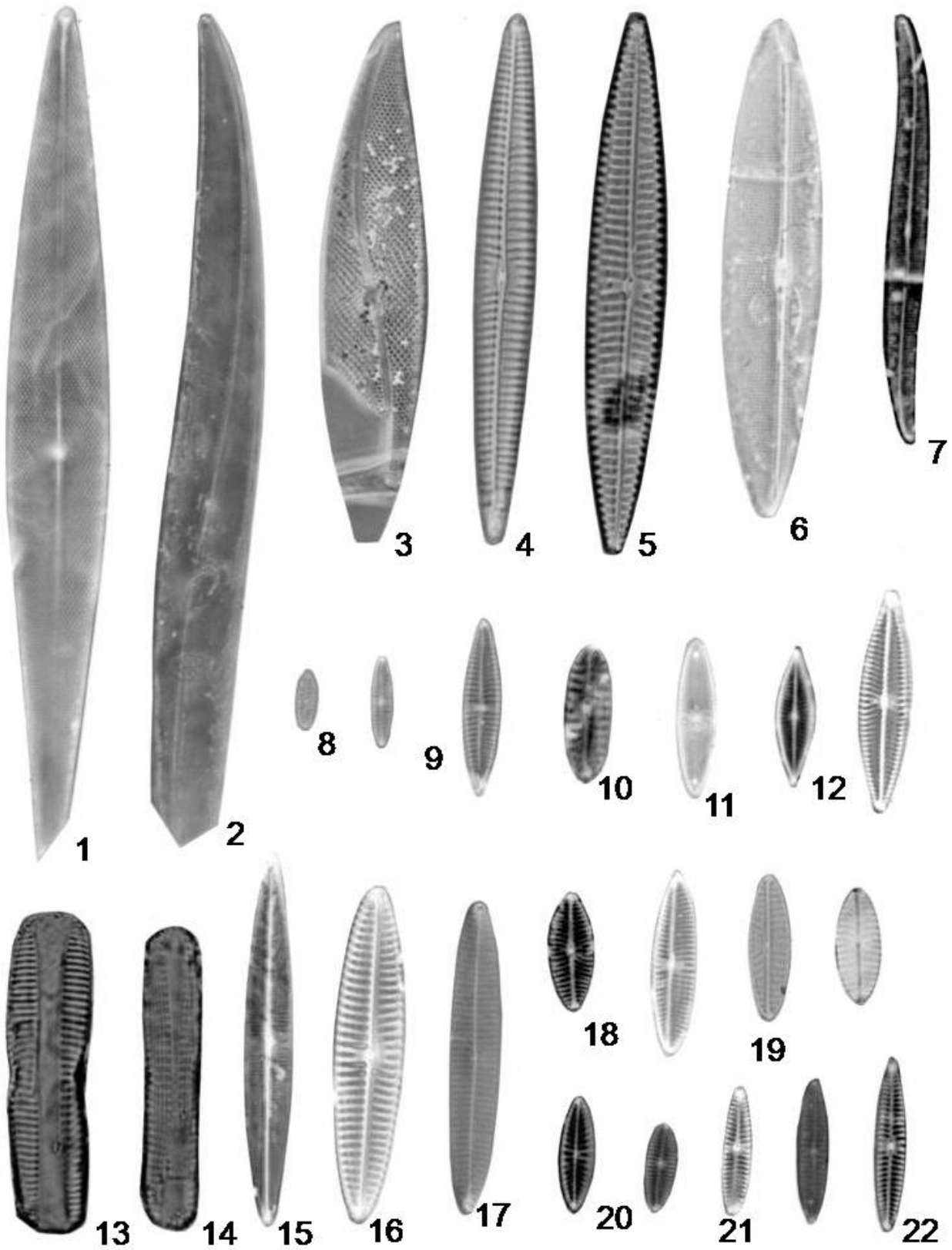


LÁMINA 2

1. *Trachyneis aspera* Ehrenberg
2. *Caloneis linearis* (Grunow) Boyer
3. *Caloneis silicula* Cleve
4. *Trachyneis aspera* Ehrenberg
5. *Parlibellus* sp.1
6. *Diploneis notabilis* (Greville) Cleve
7. *Gomphonemopsis pseudoexigua* (Simonsen) Medlin
8. *Mastogloia cuneata* (Meister) Simonsen
9. *Fallacia nyella* (Hustedt) D.G. Mann in Round *et al.* (1990)
10. *Diploneis subcincta* (A. Schmidt) Cleve
11. *Diploneis bomboides* (Schmidt) Cleve
12. *Diploneis notabilis* (Greville) Cleve
13. *Gomphoseptatum aestuarii* (Cleve) Medlin
14. *Cuneolus* sp 1.
15. *Lyrella clavata* var. *subconstricta* (Hustedt) Moreno
16. *Diploneis papula* (A. Schmidt) Cleve
17. *Diploneis vacillans* (A. Schmidt) Cleve
18. *Fallacia bioculata* Grunow
19. *Fallacia* cf. *marginopunctata* Sabbe & Vyverman
20. *Sellaphora* sp. 1
21. *Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & D.G. Mann in Round *et al.*

LÁMINA 2

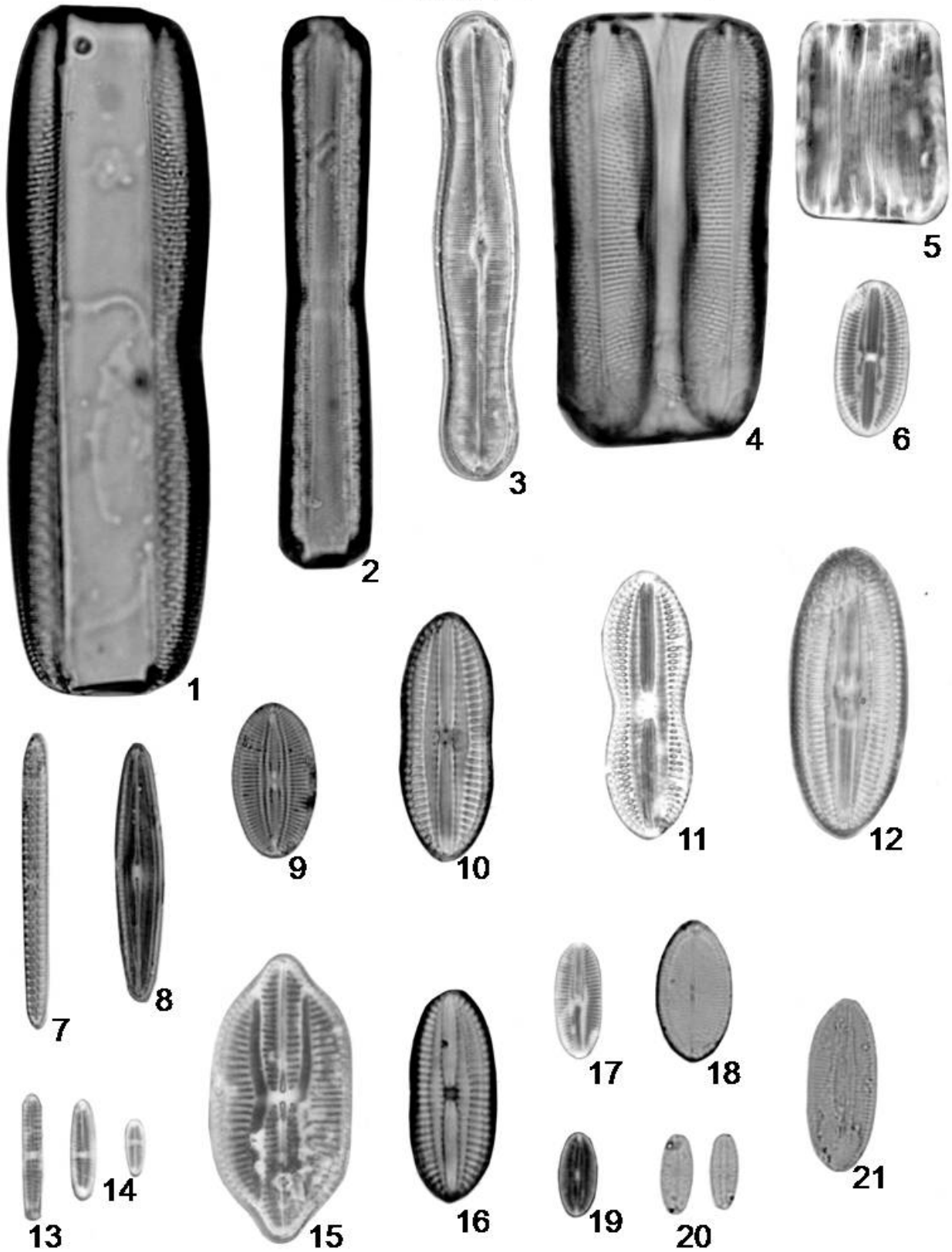


LÁMINA 3

1. *Nitzschia longissima* var. *costata* Hustedt in Schmidt *et al.*
2. *Nitzschia sigma* (Kützing) Smith
3. *Nitzschia media* Hantzsch
4. *Nitzschia scalpelliformis* (Grunow in Cleve & Moller) Grunow
5. *Nitzschia sigma* (Kützing) Smith
6. *Nitzschia* cf. *subtilis* Kützing
7. *Bacillaria socialis* (Gregory) Ralfs
8. *Nitzschia martiana* Agardh
9. *Nitzschia distans* Gregory
10. *Nitzschia marginata* Hustedt
11. *Nitzschia gracilis* Hantzsch
12. *Nitzschia frustulum* Kützing
13. *Nitzschia subtilis* Kützing
14. *Cymbellonitzschia* sp. 1
15. *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow
16. *Tryblionella acuminate* (Smith) D.G. Mann
17. *Nitzschia sicula*
18. *Nitzschia hungarica* Grunow
19. *Nitzschia commutata* var. *typica* Cleve
20. *Campylodiscus thuretii* Brébisson
21. *Surirella fastuosa* (Ehrenberg) Kützing
22. *Psammodyction panduriforme* var. *abrupta* (Peragallo) D.G. Mann
23. *Nitzschia commutata* (Grunow)
24. *Nitzschia ruda* Cholnoky
25. *Psammodyction panduriformis* var. *minor* (Grunow) D.G. Mann
26. *Psammodyction constricta* (Gregory) Grunow
27. *Psammodyction coarctata* (Grunow) D.G. Mann
28. *Nitzschia frustulum* var. *perminuta* Grunow
29. *Nitzschia valdestriata* Aleem & Hustedt
30. *Nitzschia laevis* Hustedt
31. *Tryblionella* cf. *debilis* Arnott

LÁMINA 3

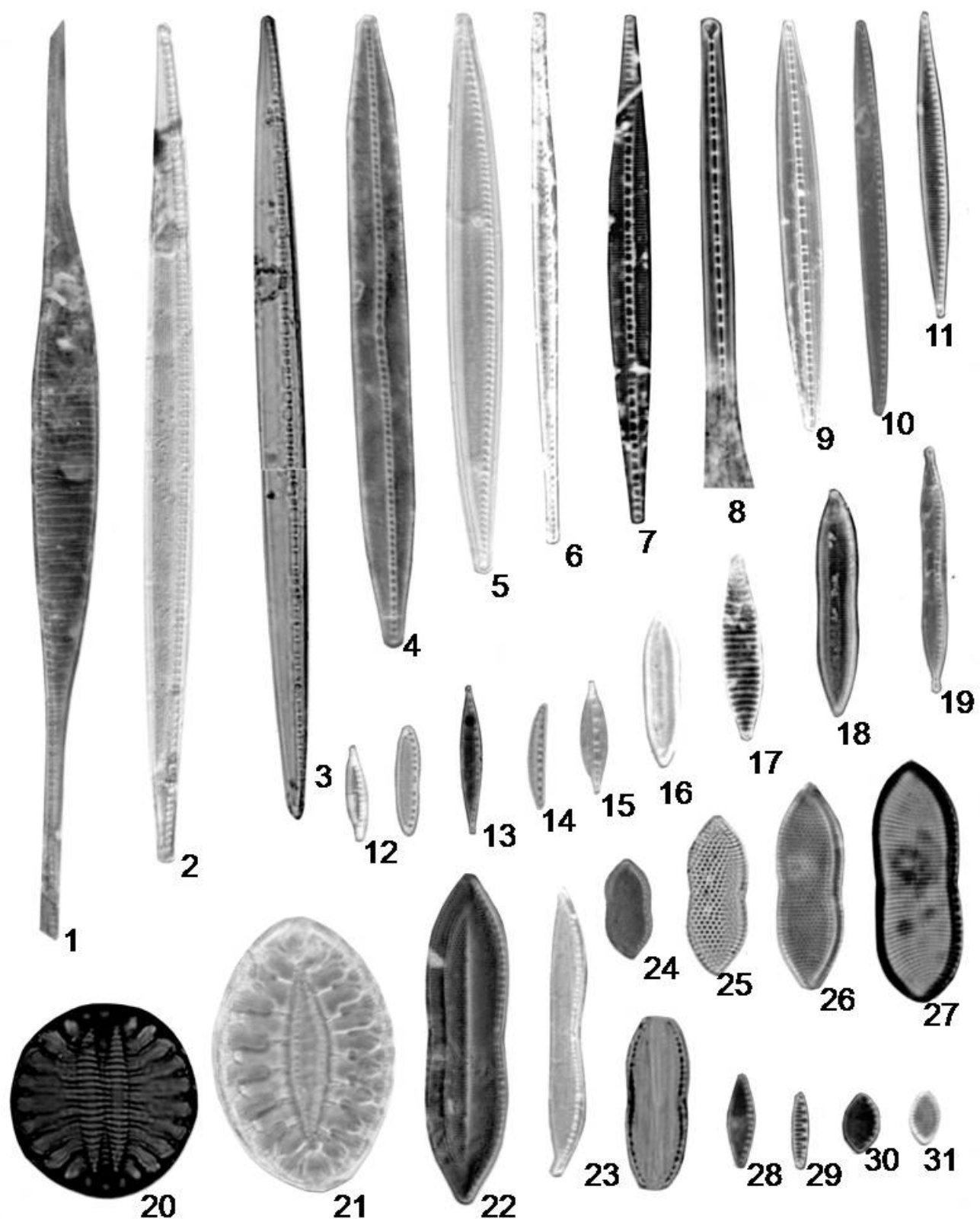


LÁMINA 4

1. *Cocconeis vetusta* Schmidt
2. *Cocconeis costata* var. *pacifica* (Grunow) Grunow
3. *Cocconeis placentula* cf. var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck
4. *Cocconeis heteroidea* Hantzsch
5. *Cocconeis sublittoralis* Hendey
6. *Cocconeis dirupta* var. *flexella* (Janish & Rabenhorst) Grunow
7. *Cocconeis californica* var. *californica* Witkowski *et al.*
8. *Cocconeis pseudomarginata* Gregory
9. *Cocconeis speciosa* Gregory
10. *Cocconeis scutellum* Ehrenberg
11. *Cocconeis placentula* var. cf. *euglypta* (Ehrenberg) Cleve
12. *Cocconeis guttata* Hustedt in Aleem & Hustedt
13. *Cocconeis costata* var. *hexagona* Grunow in Van Heurck
14. *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck
15. *Cocconeis* cf. *haunensis* Witkowski emend-Witkowski
16. *Cocconeis* cf. *disculoides* Hustedt
17. *Cocconeis diminuta* Pantocsek
18. *Cocconeis* cf. *diminuta* Pantocsek
19. *Cocconeis* cf. *finmarchica* Grunow in Cleve & Grunow
20. *Cocconeis californica* Grunow
21. *Cocconeis distans* Gregory
22. *Cocconeis scutellum* var. *parva* Grunow
23. *Cocconeis* sp. 1

LÁMINA 4

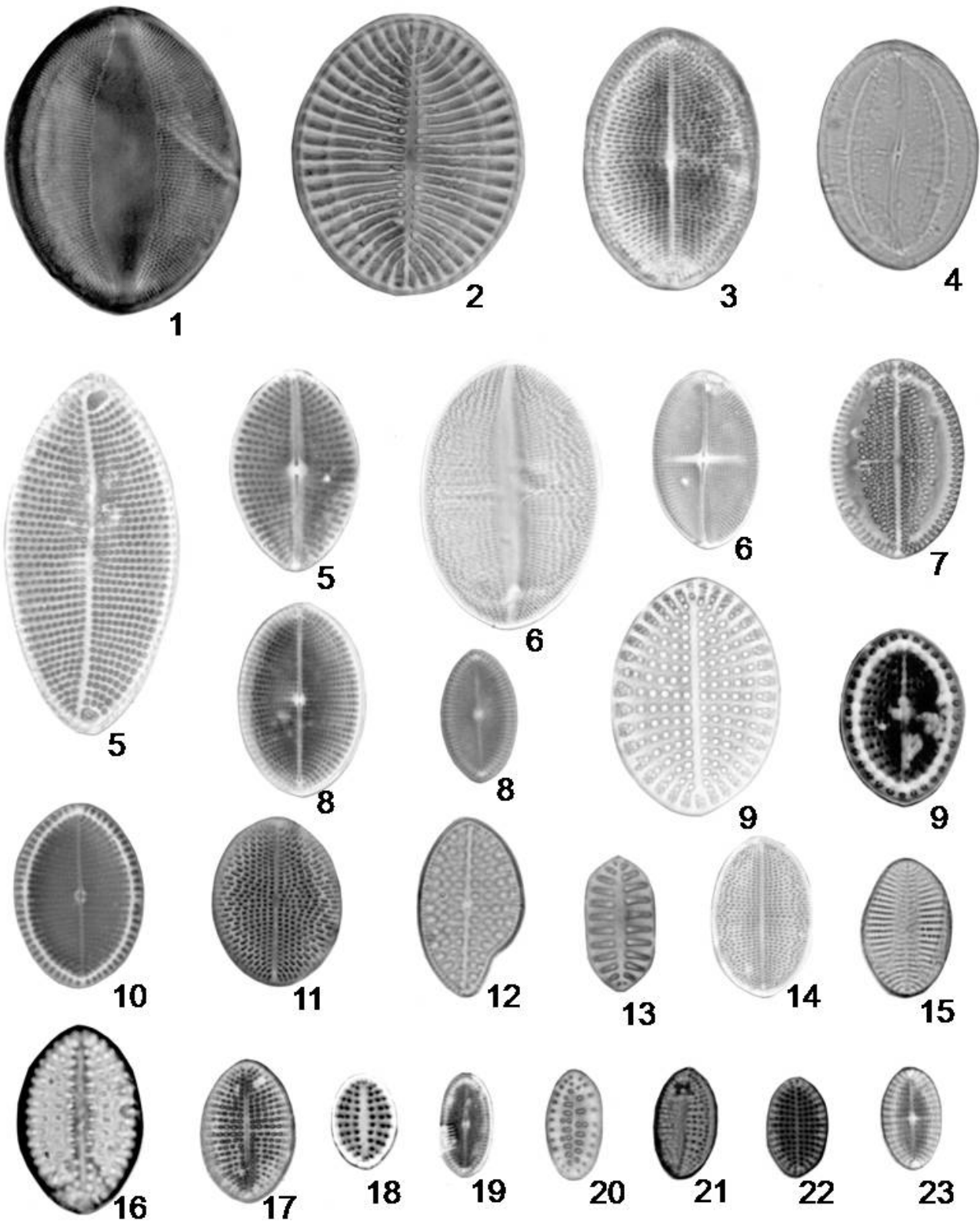


LÁMINA 5

1. *Cocconeis* cf. *carminata* Cholnoky
2. *Cocconeis discrepans* Schmidt
3. *Cocconeis* sp. 3
4. *Cocconeis* sp. 2
5. *Cocconeis stauroneiformis* (W. Smith) Okuno
6. *Cocconeopsis* sp. 1
7. *Cocconeis* cf. *placentula* Ehrenberg
8. *Cocconeis* cf. *haunensis* Witkowski emend-Witkowski
9. *Cocconeopsis* sp.1
10. *Cocconeopsis* sp. 2
11. *Amphora pusio* var. *parvula* Floegel
12. *Amphora coffeaeformis* var. *salina* (Smith) Cleve
13. *Amphora pediculus* Grunow
14. *Pinnularia biceps*
15. *Amphora exigua* Gregory
16. *Amphora biggiba* var. *interrupta* (Grunow) Grunow
17. *Amphora biggiba* Grunow
18. *Amphora* cf. *acutiuscula* Kützing
19. *Amphora proteus* var. *contigua* Cleve
20. *Seminavis ventricosa* (Greg.) Cleve
21. *Amphora arenaria* Donkin
22. *Seminavis angusta*
23. *Amphirora lata* Greville
24. *Amphora acutiuscula* Kützing
25. *Amphora proteus* Gregory

LÁMINA 5

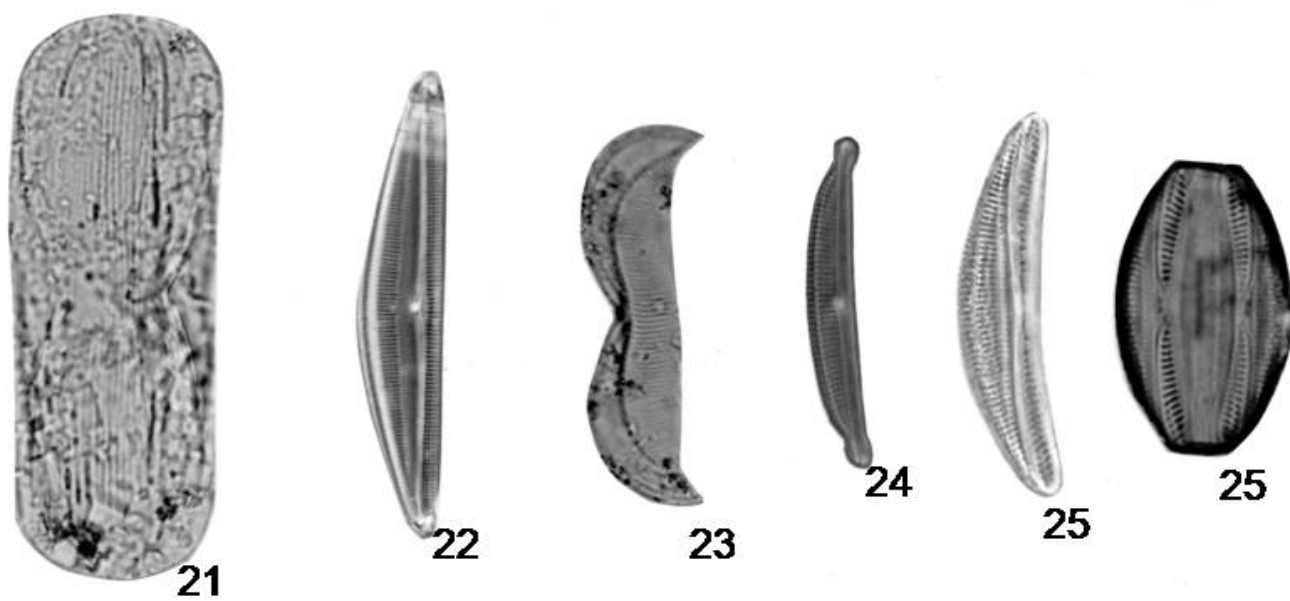
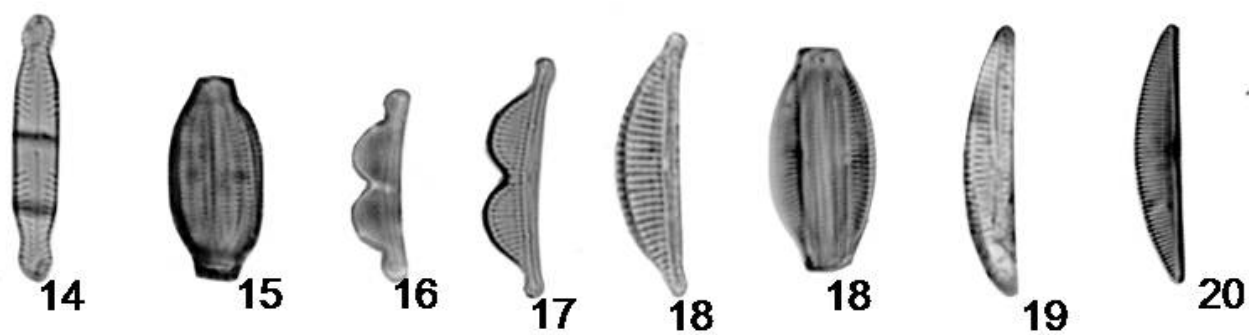
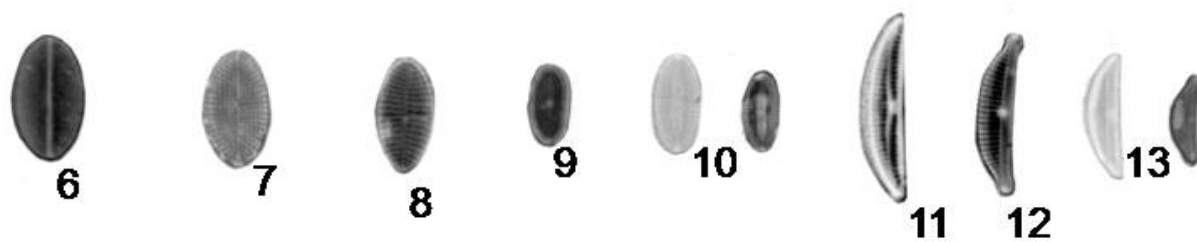
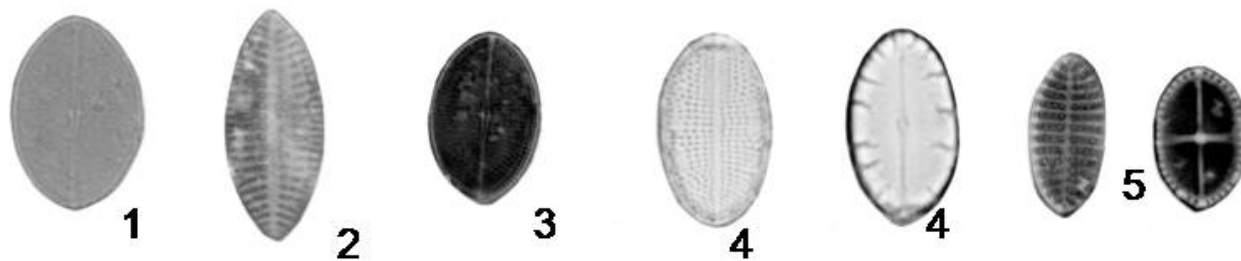


LÁMINA 6

1. *Achnanthes coarctata* (Brébisson) Grunow
2. *Achnanthes longipes* Agardh
3. *Achnanthes* cf. *groenlandica* (Cleve) Grunow
4. *Achnanthes kuwaitensis* Hendey
5. *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kützing) Cleve
6. *Achnanthes parvula* Kützing
7. *Achnanthes pseudogroenlandica* Hendey
8. *Campilopyxis garkeana* (Grunow) Medlin
9. *Rhoikoneis* sp. 1
10. *Rhoicosphenia genuflexa* (Kützing) Medlin
11. *Planothidium delicatulum* Kützing
12. *Berkeleya rutilans* (Trentepohl) Grunow
13. *Achnanthes orientalis* Hustedt
14. *Planothidium* sp. 1
15. *Rhoicosphenia adolphi* Schmidt
16. Cf. *Parlibellus coxiae* Witkowski Lange-Bertalot & Metzaltin
17. *Achnanthes longipes* Agardh
18. *Planothidium polaris* (Østrup) Witkowski, Metzaltin & Lange-Bertalot
19. *Planothidium hauckianum* (Grunow in Cleve&Grunow) Round & Buktiyarova
20. *Planothidium* cf. *hauckianum* (Grunow in Cleve&Grunow) Round & Buktiyarova
21. *Achnanthes amoena* Hustedt
22. *Parlibellus calvus* Witkowski, Metzaltin & Lange-Bertalot
23. *Rhoicosphenia marina* var. *intermedia* Schmidt

LÁMINA 6

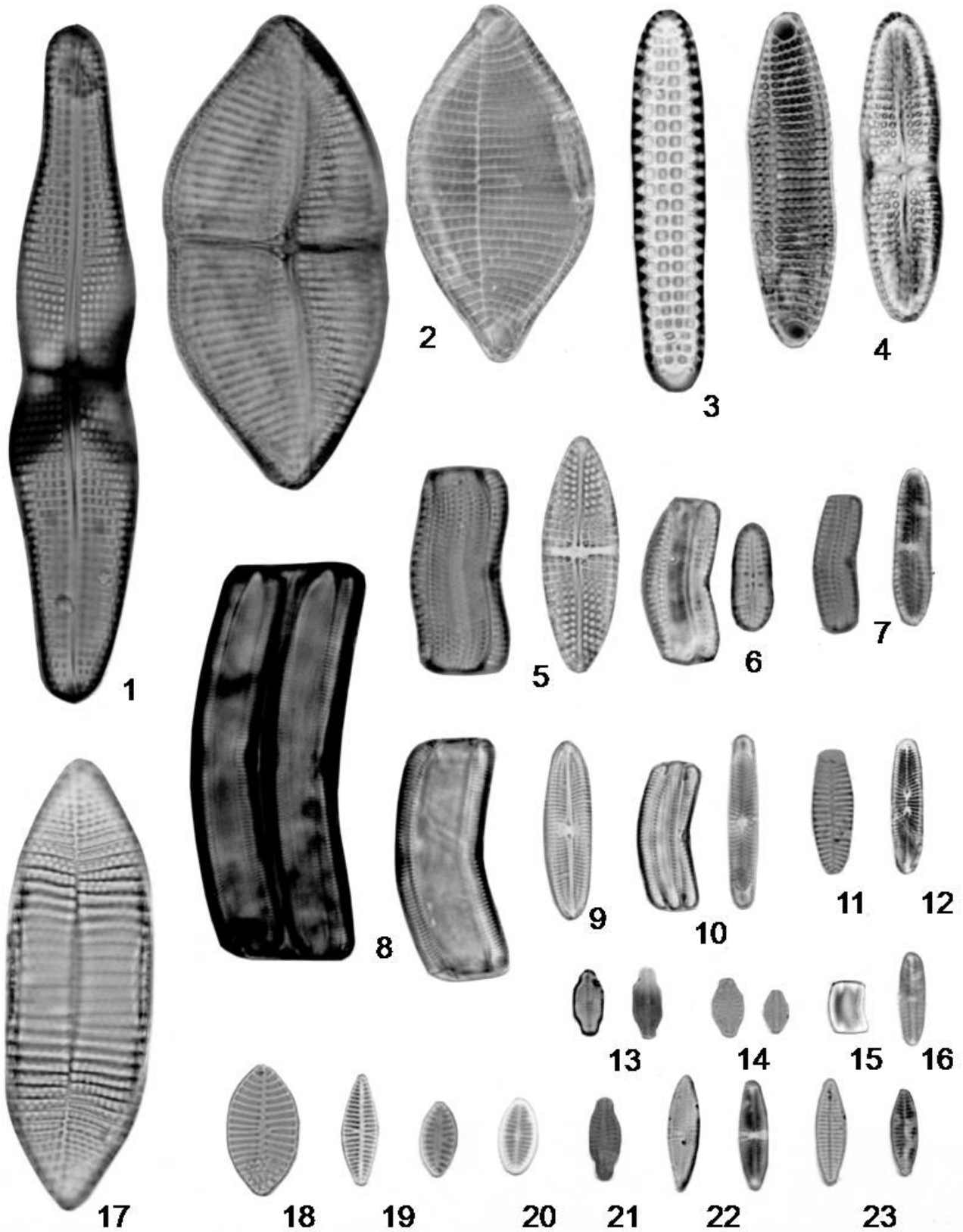


LÁMINA 7

1. *Gephyria media* Arnott
2. *Rhabdonema robustum*
3. *Plagiogramma wallichianum* Greville
4. *Plagiogramma pigmaeum* Greville
5. *Delphineis surirella* var. *australis* (Ehrenberg) Andrews
6. *Delphineis surirella* Ehrenberg
7. *Raphones nitida* (Gregory) Grunow
8. *Delphineis surirella* var. *surirella* Ehrenberg
9. *Hyalosira delicatula*
10. *Eunotogramma* sp.1
11. *Huttoniela reinhardtii* (Grunow) Hustedt
12. *Staurosirella japonica* (Grunow in Van Heurck) Williams & Round
13. *Plagiogrammopsis crawfordii* Witkowski
14. *Hyalinella* sp. 1
15. *Brockmanniela brockmanni* Hustedt
16. *Eunotogramma laevis* Grunow
17. *Fragilaria investiens* (W. Smith) Cleve-Euler
18. *Synedra tabutata* var. *obtusa* (Pantocsek) Hustedt
19. *Opephora marina* (Gregory) Petit

LÁMINA 7

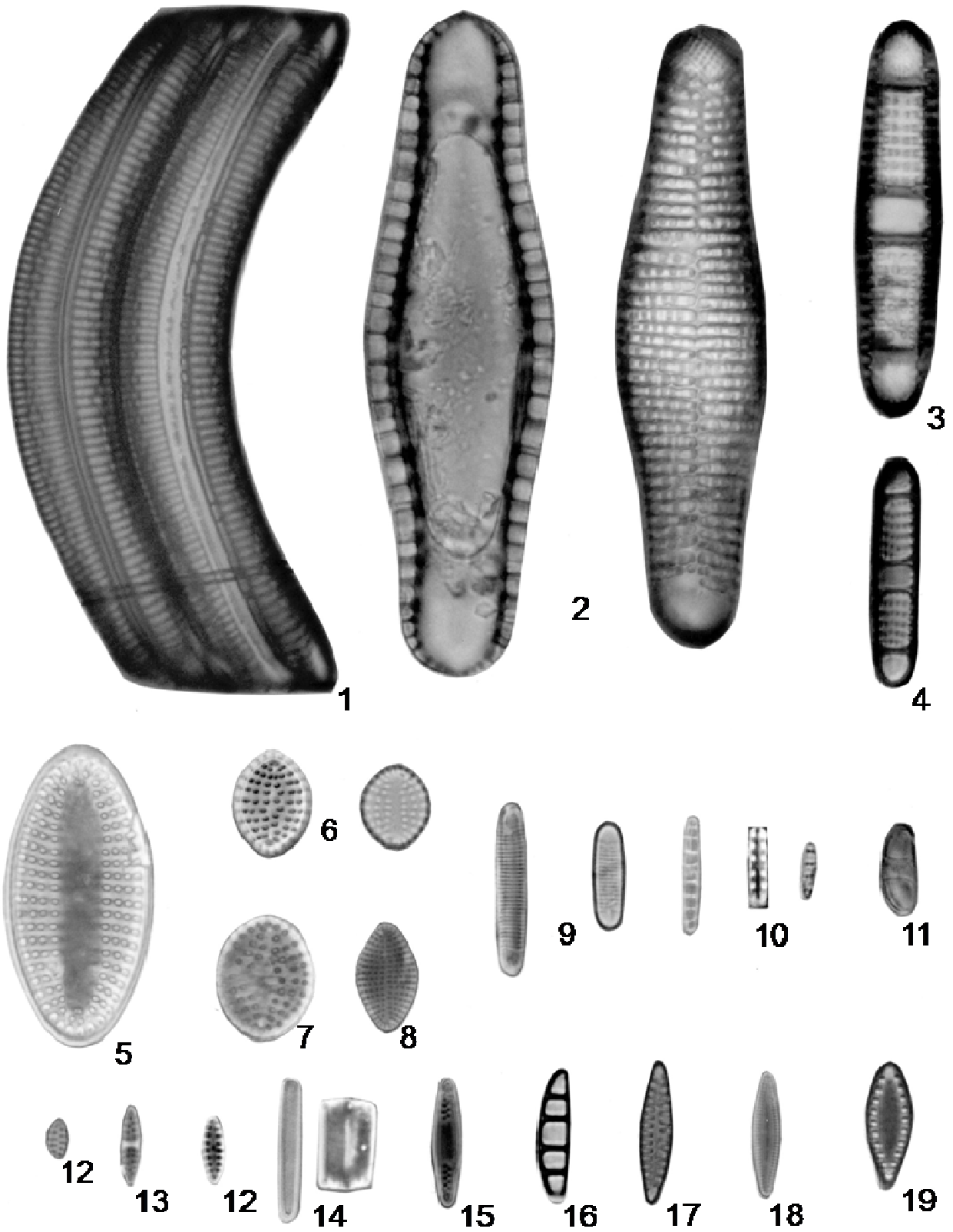


LÁMINA 8

1. *Grammatophora gibberula* Kützing
2. *Grammatophora arcuata* (Ehrenberg)
3. *Grammatophora oceanica* (Ehrenberg *pro parte*) Grunow
4. *Grammatophora undulata* Ehrenberg
5. *Grammatophora marina* (Lyngbye) Kützing
6. *Licmophora hastata* (Meresch-Kowsky)
7. *Catacombas gallioni* (Bory) Williams & Round
8. *Asterionella japonica* Cleve
9. *Hyalosynedra laevigata* (Grunow) Williams & Round
10. *Tabularia investiens* (W.Smith) Williams y Round
11. *Synedra tabutata* var. *fasciculata* (Kützing) Williams & Round
12. *Grammatophora hamulifera* Kützing
13. *Licmophora communis* (Heiberg) Grunow
14. *Licmophora abbreviata* Agardh
15. *Licmophora* cf. *abbreviata* Agardh
16. *Fragilariopsis doliolus* (Wallich) Medlin & Sims

LÁMINA 8

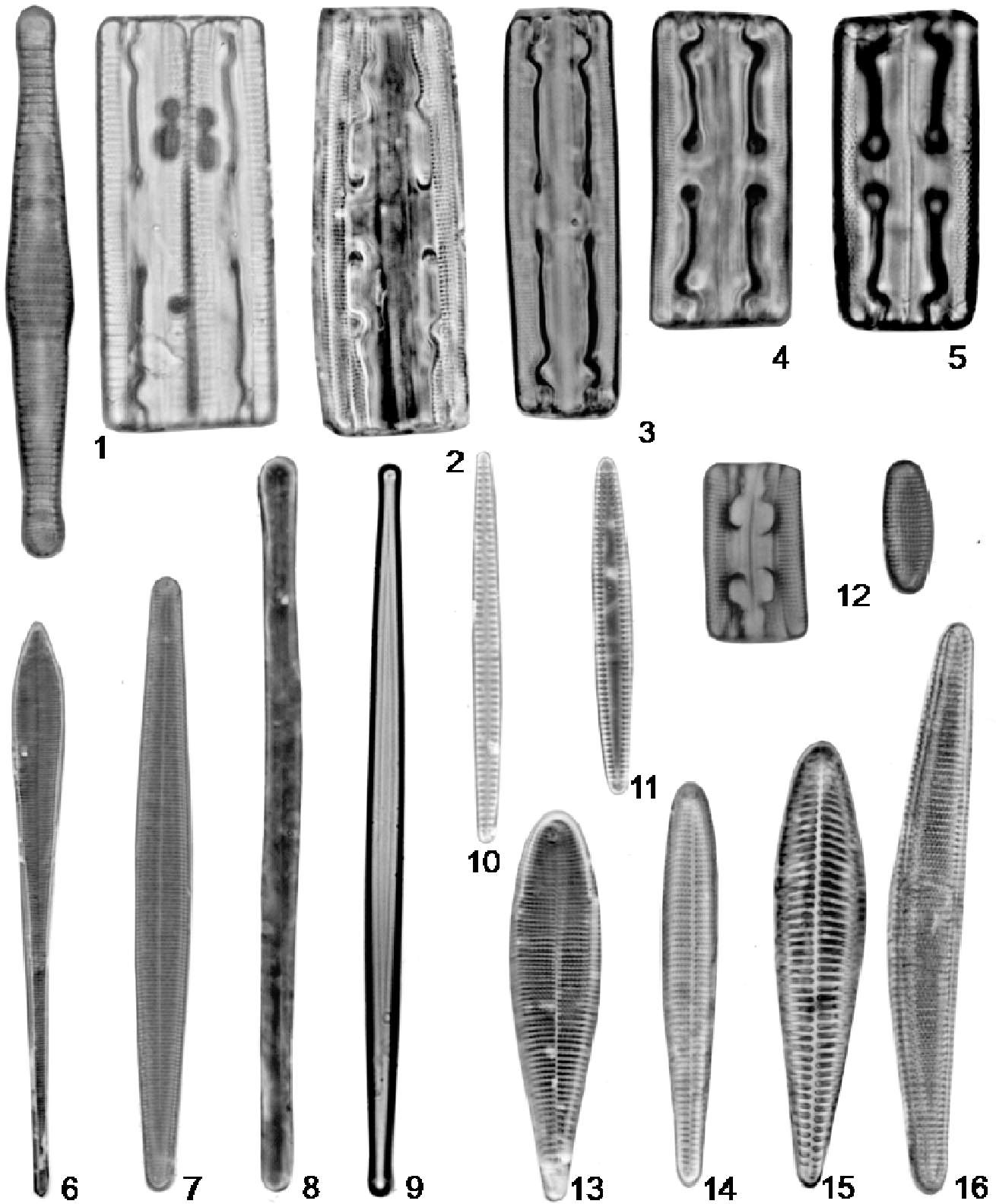
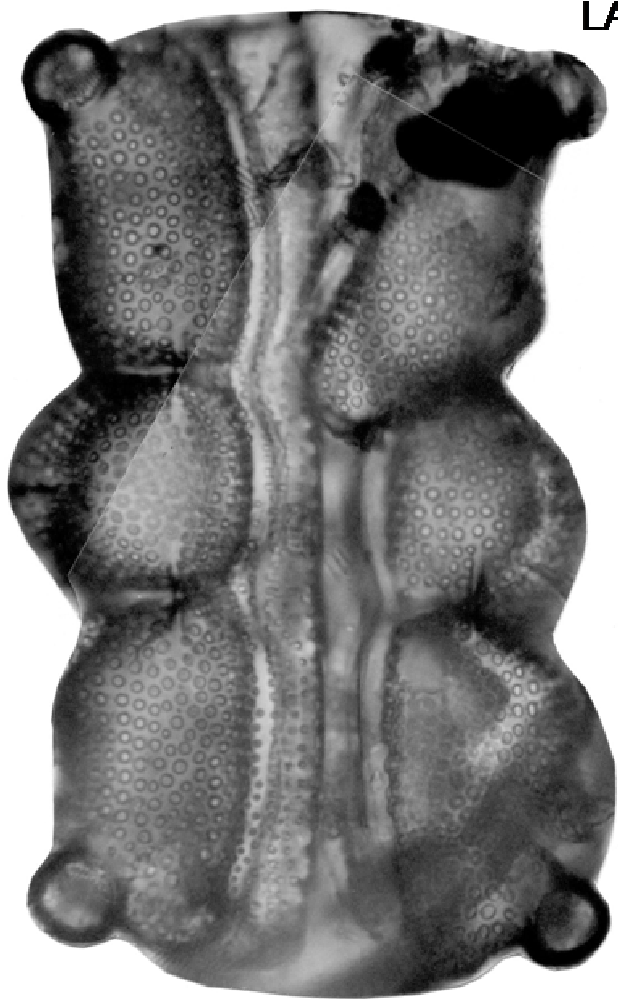


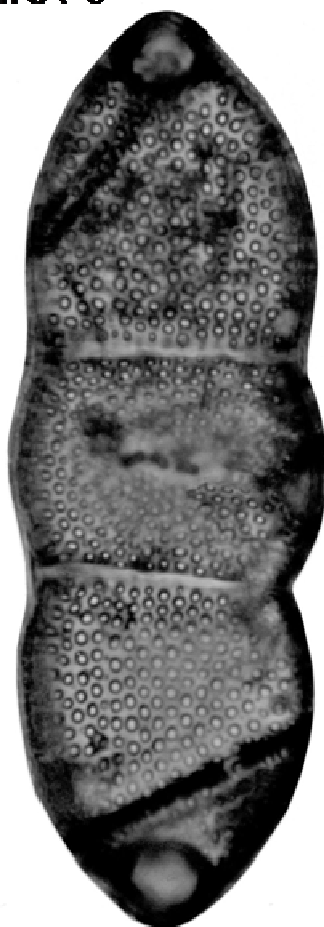
LÁMINA 9

1. *Biddulphia grundleri* Smith
2. *Cymatotheca weisflogii*
3. *Odontella aurita* (Lyngbye) Agardh
4. *Biddulphia biddulphiana* (Smith) Boyer
5. *Aulacodiscus affinis* Grunow
6. *Odontella aurita* (Lyngbye) Agardh
7. *Campyloneis grevillei* (Smith) Grunow et Eulenstein

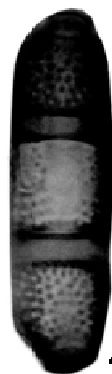
LÁMINA 9



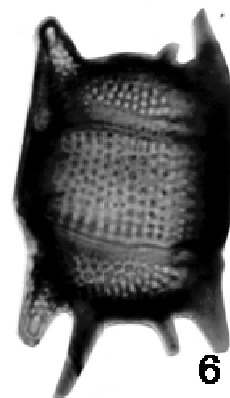
1



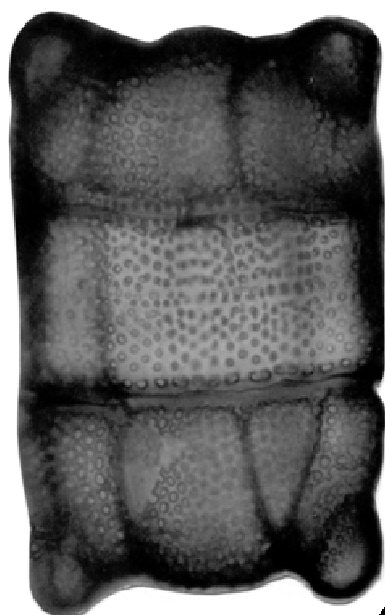
2



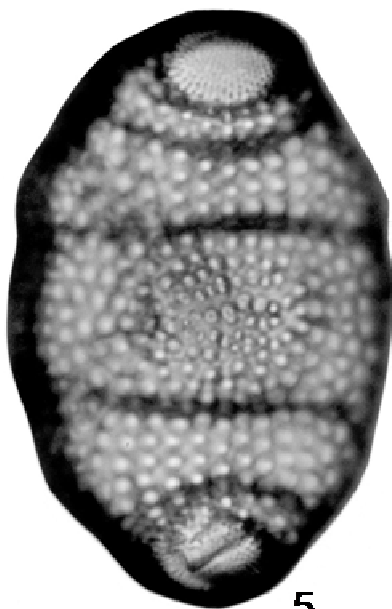
3



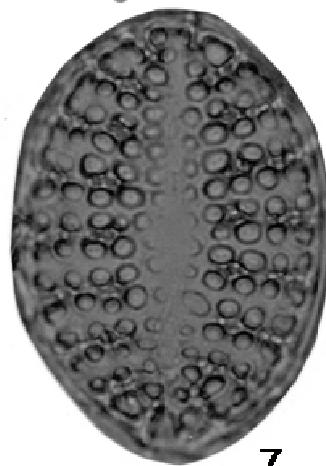
6



4



5



7

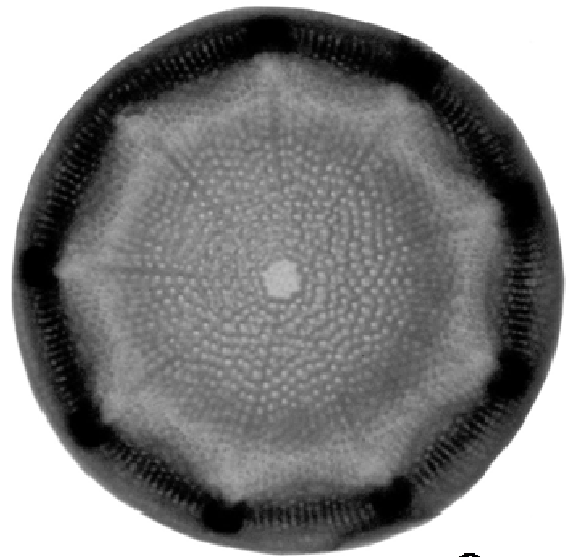
LÁMINA 10

1. *Actinoptychus vulgaris* Schuman
2. *Aulacodiscus affinis* Grunow
3. *Melosira polaris* Grunow
4. *Cyclotella comta* (Ehrenberg) Kützing
5. *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg
6. *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg
7. *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg
8. *Cyclotella radiosa* (Grunow) Lemmermann
9. *Actinoptychus aster* Brunow
10. *Thalassiosira oestrupii* Ostefeld
11. *Stephanodiscus carconensis* Eulenstein *in* Grunow
12. *Cyclotella* cf. *caspia* Grunow

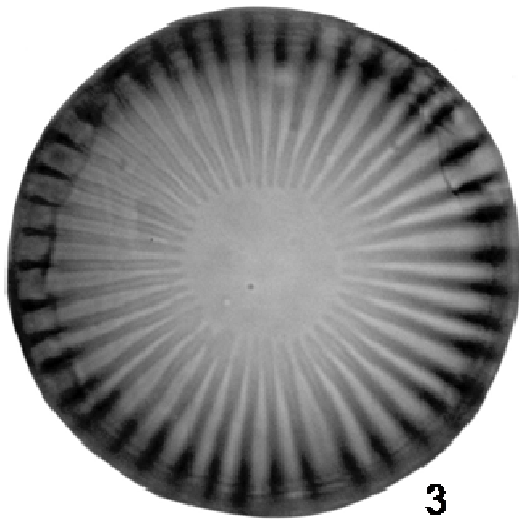
LÁMINA 10



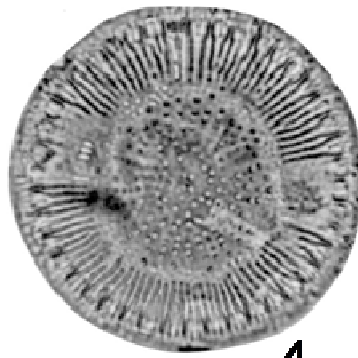
1



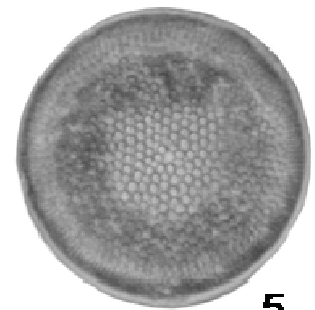
2



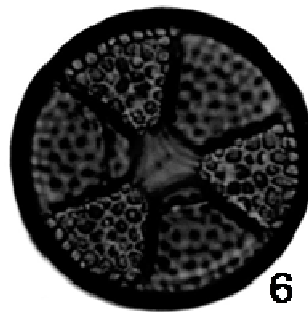
3



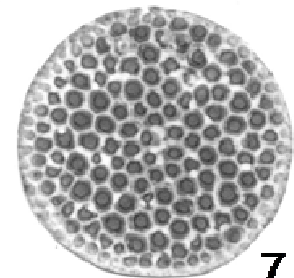
4



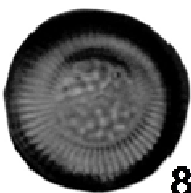
5



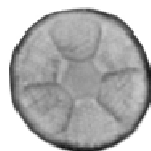
6



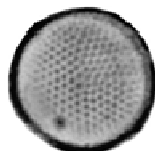
7



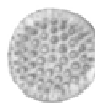
8



9



10



11

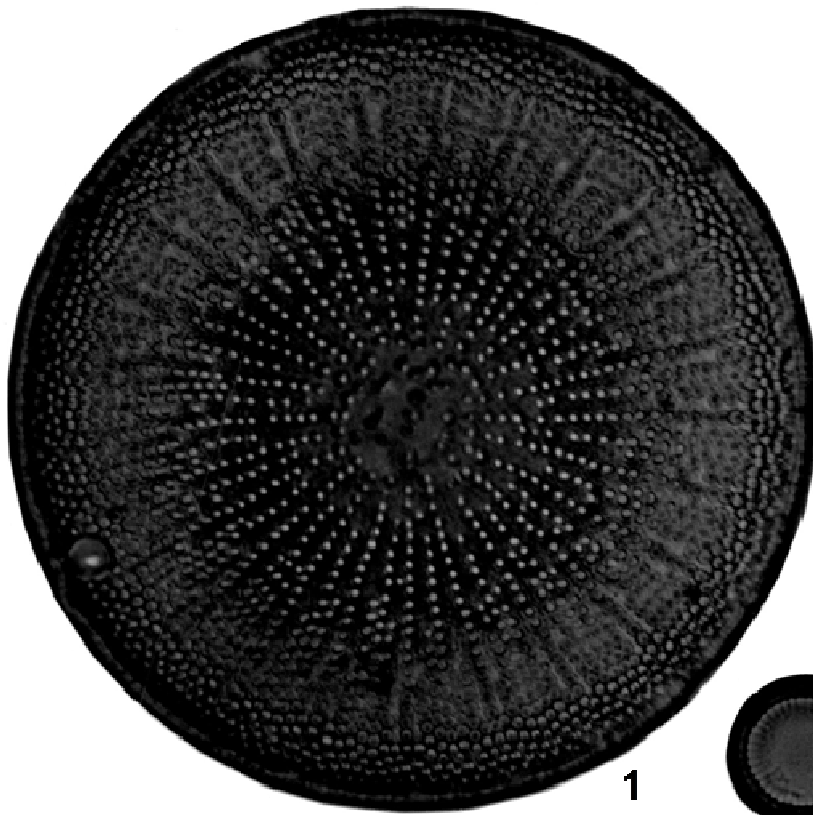


12

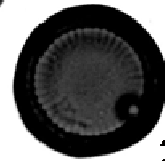
LÁMINA 11

1. *Actinoptychus ehrenbergii* var. *ralfsii* Smith
2. *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve
3. *Coscinodiscus* sp. 1
4. *Podosira stelliger* (Bailey) Mann
5. *Thalassiosira hyalina* (Grunow) Gran.
6. *Melosira* cf. *solida* Eulenstein
7. *Melosira nummuloides* (Dillw) Agardh

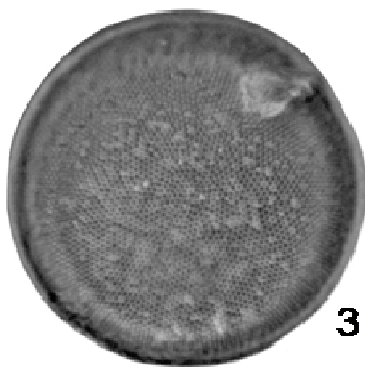
LÁMINA 11



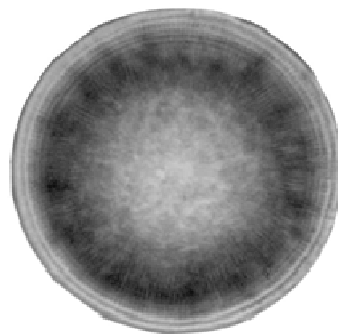
1



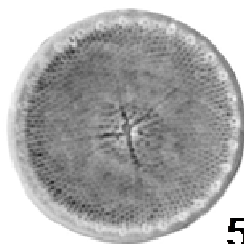
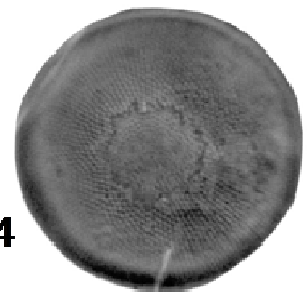
2



3



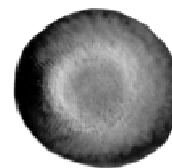
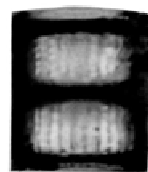
4



5



6



7

