



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

**TASA DE FILTRACIÓN Y ACLARAMIENTO EN LA
ALMEJA MANO DE LEÓN (*Nodipecten subnodosus*
Sowerby, 1835) A DOS TALLAS, EN FUNCIÓN DE LA
TEMPERATURA Y CANTIDAD DEL ALIMENTO**

T E S I S

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos
Naturales
(Orientación en Acuicultura)

p r e s e n t a

José Armando López Sánchez

La Paz, B.C.S. Diciembre del 2003

RESUMEN

Tasa de filtración y aclaramiento en la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus* Sowerby, 1835) a dos tallas, en función de la temperatura y cantidad del alimento

Aprobado por:

Dr. Alfonso N. Maeda Martínez

M.C. Ma. Teresa Sicard González

Directores de Tesis

Se estudió la tasa de filtración (TF) y de aclaramiento (TA) en juveniles de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm de altura de *Nodipecten subnodosus* expuesto a una combinación de siete tratamientos de concentración de la microalga *Isochrysis galbana* (entre 1.7×10^4 y 4.7×10^5 cél/mL), y tres temperaturas (19, 24 y 28 °C). Además se investigó la actividad alimenticia en almejas de mayor talla, a condiciones variables (24 ± 4 °C) y constantes (24 °C) de temperatura, determinándose si la especie era un filtrador continuo o discontinuo, y si existía un efecto de la iluminación (0 y 420 lx) sobre la TF.

La TF fue similar a 24 y 28 °C pero más alta que a 19 °C ($P > 0.05$), en las dos tallas y en todas las concentraciones probadas. La TF fue dependiente de la concentración de partículas entre 1.7×10^4 y 2.0×10^5 cél/mL, y posteriormente fue independiente a concentraciones mayores a las temperaturas y tallas investigadas. El punto de inflexión ocurrió a 4.5×10^6 y 2.1×10^6 cél/g/min en almejas de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm respectivamente. La TA varió inversamente proporcional a la concentración de partículas. El rango óptimo de TA se obtuvo entre 1.7×10^4 y 8.0×10^4 cél/mL, alcanzando valores máximos de 3.8 y 1.6 L/g/h en almejas de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm respectivamente. La eficiencia de retención fue de 80 - 90 % en almejas de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm respectivamente a bajas concentraciones de partículas (0.17×10^5 - 0.87×10^5 cél/mL), disminuyendo a 35 y 51 % a concentraciones mas altas (2.71×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL). La actividad alimenticia de esta especie fue continua durante 75 horas a 24 °C de temperatura. Bajo condiciones fluctuantes de temperatura (24 ± 4 °C) la actividad alimenticia no tuvo una correlación con la temperatura ni tampoco entre repeticiones, pero sí con la frecuencia de fluctuación térmica. Además se observó que la TF de *N. subnodosus* se aclimató ante las condiciones fluctuantes de temperatura, observándose un periodo de inestabilidad de TF antes de las 35 y 45 h, seguido por un periodo de estabilidad. En el presente trabajo, la TF de almeja mano de león no fue afectada ante cambios alternados de iluminación.

Palabras clave: *Nodipecten subnodosus*, tasa de filtración, tasa de aclaramiento, eficiencia de retención.

ABSTRACT

The effect of seven concentrations of *Isochrysis galbana* between 1.7×10^4 and 4.7×10^5 cells/mL, and three temperatures (19, 24 y 28 °C) on filtration (TF) and clearance (TA) rates of *Nodipecten subnodosus* of two size classes (46.1 ± 2.2 and 65.1 ± 1.9 mm shell height) were investigated. In addition, it was determined the effect of high frequency (12 h) and low frequency (24 h) variable temperature regimes (24 ± 4 °C) vs. constant (24 °C) temperatures, and if this was a continuous rather than a discontinuous filter-feeder species. Finally, it was tested the effect of a 6 h-photoperiod light-darkness on TF, at 420 lx light intensity.

TF was similar at 24 and 28 °C but higher at 19 °C ($P > 0.05$), at the two size classes and in all concentration treatments tested. TF depended on particle concentrations within the range 1.7×10^4 - 2.0×10^5 cells/mL, and afterwards became independent at higher concentrations in all temperatures and size classes investigated. The inflexion point occurred at 4.5×10^6 and 2.1×10^6 cells/g/min in scallops of 46.1 ± 2.2 and 65.1 ± 1.9 mm respectively. TA varied inversely with particle concentration. The optimum range of TA was obtained between 1.7×10^4 and 8.0×10^4 cells/mL, reaching maximum values of 3.8 and 1.6 L/g/h in 46.1 ± 2.2 and 65.1 ± 1.9 mm scallops respectively.

Retention efficiency (RE) was 80 and 90 % in 46.1 ± 2.2 and 65.1 ± 1.9 mm scallops at low particle concentrations (0.17×10^5 – 0.87×10^5 cells/mL), but RE dropped at higher concentrations (2.71×10^5 and 4.76×10^5 cells/mL) to 35 and 51 %. The feeding activity of this species was continuous during a 75 h experiment at 24 °C. TF and TA did not correlated with temperature under the temperature-fluctuation experiments (24 ± 4 °C), although higher variations were observed in the high-frequency regime. In these experiments it was evident that *N. subnodosus* TF acclimated after 35 - 45 h of temperature fluctuations. Finally, TF was not affected by the photoperiod investigated.

DEDICATORIA

A mi Dios, por todo.

Con cariño, a mi madre María Isabel Sánchez Jiménez, quien me ha ayudado a caminar en mi vida y quien es mi motivo para continuar caminando.

A mi bebé Isabel Sarahí, hermanos, familiares y amigos.

Con cariño a Margarita Noriega C. mi gran compañera.

En memoria a quienes hoy son mis gratos recuerdos y me acompañan siempre. Gracias Papá.

AGRADECIMIENTOS

Un cordial agradecimiento para el Dr. Alfonso N. Maeda Martínez y M.C Ma. Teresa Sicard González, por su gran apoyo en la dirección de esta tesis y en mis estudios, y por su gran amistad en todo momento.

Con profundo agradecimiento y respeto al Dr. Roberto Civera Cerecedo, por su gran paciencia, humildad y esfuerzo de trabajo, de quien he observado y es mi deseo aprender.

Para Abril Romo, Edgar Navarro, Lic. Guillermo Aguilar, Cristina Martínez, Miguel C. Domínguez, Miguel A. Romano, Luis E. Gabriel Roldan entre otros coordinadores y trabajadores de la UABCS, Unidad Pichilingue, por su valiosa ayuda en el desarrollo de los experimentos y por la gran amistad que me brindaron.

Para el Oc. Miguel Robles Mungaray, Pablo Ozmart y Tizóc Cano, por su amistad y enseñanza en el cultivo larvario de moluscos, así como de otros favores incondicionales.

A Diana Carreño y Roberto Hernández, José Luis Ramírez, Juan Macklitz, de quienes recibí con buen agrado muchos favores de trabajo.

Amigos compañeros de generación y que laboran en el centro; Sala de computo, Damas de posgrado, Dirección general, Administración, Limpieza, Biblioteca, Talleres de mantenimiento, Conmutador, Laboratorios, Comedor, entre otros, quienes más de una vez me brindaron su ayuda con una sonrisa.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y su director el Dr. Mario Martínez García, por permitirme realizar mi estudio de maestría en este centro.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por favorecerme con una beca crédito para realizar mi maestría.

CONTENIDO

ABSTRACT.....	2
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- ANTECEDENTES	3
2.1 Antecedentes de la especie	3
2.2 Antecedentes de la pesquería.....	4
2.3 Antecedentes de estudios realizados en la especie	5
2.4 Antecedentes relacionados a estudios en la alimentación en moluscos bivalvos.....	9
III.- JUSTIFICACIÓN.....	14
IV.- HIPÓTESIS	14
6.1 Organismos experimentales.....	16
6.2 Mantenimiento de los organismos	17
6.2 Mantenimiento de los organismos	18
6.3 Aclimatación de organismos y sistema experimental.....	21
6.4 Medición de la tasa de filtración, tasa de aclaramiento y eficiencia de retención.....	22
6.5 Altura de conchas y determinación del peso húmedo y seco de tejidos.....	25
6.6 Tasas de filtración y aclaramiento y eficiencia de retención en dos tallas de la almeja mano de león <i>Nodipecten subnodosus</i> , en función de la temperatura y concentración de microalgas <i>Isochrysis galbana</i>	25
6.7 Tasa de filtración de la almeja mano de león (<i>Nodipecten subnodosus</i>), a temperatura constante y a concentraciones estables y fluctuantes.	25
6.8 Efecto de la temperatura variable, sobre la tasa de filtración en la almeja mano de león <i>Nodipecten subnodosus</i>	26
6.9 Efecto del fotoperíodo, sobre la tasa de filtración en la almeja mano de león <i>Nodipecten subnodosus</i>	26
VII.- RESULTADOS.....	27
7.1 Altura de las conchas y peso húmedo y seco de tejidos	27
7.2 Tasa de filtración y aclaramiento de <i>Nodipecten subnodosus</i> , en función de la temperatura y concentración de <i>Isochrysis galbana</i>	28

7.2.1 Tasa de filtración y aclaramiento de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a dos tallas, 19 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> .	28
7.2.2 Tasa de filtración y aclaramiento de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a dos tallas, 24 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> .	31
7.2.3 Tasa de filtración y aclaramiento de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a dos tallas, 28 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> .	35
7.2.4 Análisis integrado del efecto de la temperatura y la concentración de microalgas, sobre la tasa de filtración y aclaramiento de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a dos tallas.	38
7.2.5 Tasa de filtración al promedio de siete concentraciones microalgales por temperatura, en <i>Nodipecten subnodosus</i> .	41
7.2.6 Tasa de filtración promedio a tres temperaturas por concentración microalgal, en <i>Nodipecten subnodosus</i> .	44
7.2.7 Análisis integrado de la tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> , a diferentes concentraciones microalgales y temperaturas.	47
7.2.8. Eficiencia de retención de <i>Nodipecten subnodosus</i> a dos clases de talla, en función de la concentración microalgal y de la temperatura.	49
7.3 Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a temperatura constante y concentraciones estables y fluctuantes de <i>Isochrysis galbana</i> .	51
7.4 Efecto de la temperatura variable, sobre la tasa de filtración en la almeja mano de león <i>Nodipecten subnodosus</i> .	52
7.5 Efecto del fotoperíodo, sobre la tasa de filtración en la almeja mano de león <i>Nodipecten subnodosus</i> .	59
VIII.- DISCUSIÓN	60
IX.- CONCLUSIONES	67
X.- A N E X O S	69
XI.- BIBLIOGRAFÍA	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sitio de colecta de organismos.....	17
Figura 2: Sistema experimental general.....	20
Figura 3.- Sistema de cámaras de flujo continuo.....	24
Figura 4. Relaciones alométricas de altura de concha vs. peso húmedo y seco de tejido (PHT y PST) en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm.	27
Figura 5. Tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> , a dos tallas, 19 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	29
Figura 6. Tasa de aclaramiento en <i>Nodipecten subnodosus</i> a dos tallas, 19 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	30
Figura 7. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a dos tallas, 24 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	33
Figura 8. Tasa de aclaramiento de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a dos tallas, 24 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	33
Figura 9. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a dos tallas, 28 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	36
Figura 10. Tasa de aclaramiento de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a 28 °C y siete concentraciones de microalga de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	37
Figura 11. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a diferentes temperaturas y concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	39
Figura 12. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a diferentes temperaturas y concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	40
Figura 13. Tasa de aclaramiento de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a diferentes temperaturas y concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	40

Figura 14. Tasa de aclaramiento de <i>Nodipecten subnodosus</i> , de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a diferentes temperaturas y concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$	41
Figura 15. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a tres temperaturas y bajo el promedio de siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm el error típico. $n = 84$	42
Figura 16. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a tres temperaturas y bajo el promedio de siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> . Los puntos son la media \pm el error típico. $n = 84$	42
Figura 17. Tasas de filtración promedio obtenidas a las tres temperaturas por concentración microalgal, en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura. Los puntos son la media \pm el error típico. $n = 36$	45
Figura 18. Tasas de filtración promedio obtenidas a las tres temperaturas por concentración microalgal en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura. Los puntos son la media \pm el error típico. $n = 36$	45
Figura 19. Superficie de respuesta que modela la tasa de filtración de la almeja <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a las diferentes temperaturas y concentraciones de partículas estudiadas.....	48
Figura 20. Superficie de respuesta que modela la tasa de filtración de la almeja <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a las diferentes temperaturas y concentraciones de partículas estudiadas.....	48
Figura 21. Microalgas suministradas y las no filtradas por ejemplares de <i>Nodipecten subnodosus</i> de dos clases de talla, a diferentes temperaturas, concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> y a un gasto de 60-70 mL/min. Los valores son el promedio de $n = 12$	50
Figura 22. Eficiencia de retención de partículas (%) en <i>Nodipecten subnodosus</i> , a dos tallas, tres temperaturas y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i>	50
Figura 23. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm a 24.5 °C, expuestos a un período de 37.5 h de suministro variable de <i>Isochrysis galbana</i> y otro constante. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 3$	51
Figura 24. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 63.8 ± 1.8 mm de altura en cada cámara de incubación, expuestos a un régimen de alimentación continua de $0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL de <i>Isochrysis galbana</i> y temperatura variable de 24 ± 4 °C/12 h.	53

Figura 25. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 63.8 ± 1.8 mm de altura en cada cámara de incubación, expuestos a un régimen de alimentación continua de $0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL de <i>Isochrysis galbana</i> y temperatura variable de 24 ± 4 °C/ 24 h.	54
Figura 26. Tasa de filtración promedio de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 63.8 ± 1.8 mm de altura, expuesta a un régimen de alimentación continua de $0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL de <i>Isochrysis galbana</i> y temperatura variable de 24 ± 4 °C/12 h. Los valores son el promedio \pm la desviación estándar de tres repeticiones.....	55
Figura 27. Tasa de filtración promedio de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 63.8 ± 1.8 mm de altura, expuesta a un régimen de alimentación continua de $0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL de <i>Isochrysis galbana</i> y temperatura variable de 24 ± 4 °C/ 24 h. Los valores son el promedio \pm la desviación estándar de tres repeticiones.....	55
Figura 28. Tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 66.2 ± 0.36 mm de altura a 24 °C, alimentados con $0.7 \pm 0.06 \times 10^5$ cél/mL de <i>Isochrysis galbana</i> y expuestos durante 36 h a períodos alternados de 3 h luz (420 lux)-oscuridad. Los valores son la media \pm la desviación estándar de tres repeticiones.	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos biométricos de ejemplares de <i>Nodipecten subnodosus</i> de dos clases de talla, empleados en el presente estudio.....	28
Tabla 2. Análisis de varianza practicado a los resultados de la tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, obtenidos a $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diferentes concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 2.71×10^5 cél/mL).....	30
Tabla 3. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, obtenidos a $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diferentes concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 2.71×10^5 cél/mL).....	30
Tabla 4. Análisis de varianza practicado a los resultados de la tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, obtenidos a $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diferentes concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 2.71×10^5 cél/mL).....	31
Tabla 5. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diferentes concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 2.71×10^5 cél/mL).....	31
Tabla 6. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).....	34
Tabla 7. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).....	34
Tabla 8. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).....	34
Tabla 9. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).....	34
Tabla 10. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).....	37
Tabla 11. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).....	37

Tabla 12. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a 28 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17 x 10 ⁵ y 4.76 x 10 ⁵ cél/mL).....	38
Tabla 13. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a 28 °C y siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17 x 10 ⁵ y 4.76 x 10 ⁵ cél/mL).....	38
Tabla 14. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a tres temperaturas (19, 24 y 28 °C), y el promedio de siete concentraciones de microalgas (entre 0.17 x 10 ⁵ y 4.76 x 10 ⁵ cél/mL).	43
Tabla 15. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a tres temperaturas (19, 24 y 28 °C), y el promedio de siete concentraciones de microalgas (entre 0.17 x 10 ⁵ y 4.76 x 10 ⁵ cél/mL).....	43
Tabla 16. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a tres temperaturas (19, 24 y 28 °C), y el promedio de siete concentraciones de microalgas (entre 0.17 x 10 ⁵ y 4.76 x 10 ⁵ cél/mL).	43
Tabla 17. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a tres temperaturas (19, 24 y 28 °C), y el promedio de siete concentraciones de microalgas (entre 0.17 x 10 ⁵ y 4.76 x 10 ⁵ cél/mL).....	44
Tabla 18. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17 x 10 ⁵ y 4.76 x 10 ⁵ cél/mL), y bajo el promedio de tres temperaturas (19, 24 y 28 °C).....	46
Tabla 19. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17 x 10 ⁵ y 4.76 x 10 ⁵ cél/mL), y bajo el promedio de tres temperaturas (19, 24 y 28 °C).....	46
Tabla 20. Análisis de varianza aplicado a los resultados de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a siete concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17 x 10 ⁵ y 4.76 x 10 ⁵ cél/mL), y bajo el promedio de tres temperaturas (19, 24 y 28 °C).....	46
Tabla 21. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a siete	

concentraciones de <i>Isochrysis galbana</i> (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL), y bajo el promedio de tres temperaturas (19, 24 y 28 °C).....	47
Tabla 22. Coeficientes de correlación (<i>r</i>) entre la tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 63.8 ± 1.8 mm de altura, vs. temperatura, expuestos a dos tratamientos de fluctuaciones térmicas durante el período total de experimentación (0-72 h), y durante el período de aclimatación de la TF (36-72 h). Los <i>r</i> se muestran por cada una de las repeticiones y por el promedio de las tres repeticiones por tratamiento.	56
Tabla 23. Tasa de filtración promedio, máxima y mínima en <i>Nodipecten subnodosus</i> (63.8 ± 1.8 mm de altura), expuesta a dos tratamientos de temperatura fluctuante durante todo el experimento (0 - 72h) y durante el período de 36-72 h	56
Tabla 24. Análisis de varianza practicado a las tres repeticiones de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 63.8 ± 1.8 mm de altura, bajo un tratamiento de fluctuaciones térmicas de alta frecuencia (24 ± 4 °C/12 h), durante 72 h. Los organismos fueron alimentados con <i>Isochrysis galbana</i> ($0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL) de manera continua.....	57
Tabla 25. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicado a las tres repeticiones de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 63.8 ± 1.8 mm de altura, bajo un tratamiento de fluctuaciones térmicas de alta frecuencia (24 ± 4 °C/12 h), durante 72 h. Los organismos fueron alimentados con <i>Isochrysis galbana</i> ($0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL) de manera continua.	57
Tabla 26. Análisis de varianza practicado a las tres repeticiones de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 63.8 ± 1.8 mm de altura, bajo un tratamiento de fluctuaciones térmicas de baja frecuencia (24 ± 4 °C/24 h), durante 72 h. Los organismos fueron alimentados con <i>Isochrysis galbana</i> ($0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL) de manera continua.....	57
Tabla 27. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicado a las tres repeticiones de tasa de filtración de <i>Nodipecten subnodosus</i> de 63.8 ± 1.8 mm de altura, bajo un tratamiento de fluctuaciones térmicas de baja frecuencia (24 ± 4 °C/24 h), durante 72 h. Los organismos fueron alimentados con <i>Isochrysis galbana</i> ($0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL) de manera continua.	58
Tabla 28. Tasas de bombeo y filtración según Owen, 1974.....	69
Tabla 29. Tasas de aclaramiento en bivalvos, según Shumway, 1991.....	70
Tabla 30. Tasas de alimentación en bivalvos.	71

I.- INTRODUCCIÓN

Los moluscos bivalvos son conocidos y apreciados por su fino sabor y sus propiedades nutricionales. Dentro de este grupo de moluscos se encuentran los de la familia Pectinidae, comúnmente llamadas escalopas o pectínidos, las cuales han adquirido una gran aceptación en los mercados mundiales en las últimas décadas. Debido a esto, los bancos naturales han sido explotados, disminuyendo sus poblaciones silvestres. Actualmente, su cultivo es una alternativa de solución para el incremento de la producción, la cual ha aumentado de 100 mil toneladas en 1950 a 1.5 millones de toneladas en 1999, de las cuales, la especie más producida es *Patinopecten yessoensis* con 929,000 ton por China y Japón, seguida de *Argopecten purpuratus* en Perú, y la gran escalopa atlántica *Pecten maximus* (Vannuccini, 2002).

De las 400 especies de pectínidos conocidos en el mundo, 28 de ellas se encuentran en el Pacífico Mexicano y sólo tres son de importancia comercial en el país: la almeja catarina (*Argopecten ventricosus*), almeja voladora (*Pecten vogdesi*), y la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) (Keen y Coan, 1974). Esta última, es uno de los pectínidos más grandes en la región Iberoamericana, alcanzando una longitud de concha de hasta 17.5 cm y un peso del músculo abductor o callo de 200 g (García-Pámanes, 1994). Sin embargo, los adultos pueden alcanzar los 22 cm de altura, un peso húmedo total de 1,900 g y un músculo abductor o callo de hasta 250 g (Maeda-Martínez *et al.*, 2001). *N. subnodosus* ha sido explotada en el Noroeste de México durante los últimos 13 años en distintas lagunas de la península de Baja California, manteniendo una pesquería que en 1999 superó las 150 ton métricas de músculos (Maeda-Martínez *et al.*, 2001).

Gracias al sabor y tamaño del músculo abductor, esta especie tiene un alto valor y gran aceptación comercial en los mercados nacional e internacional. Debido a su rápido crecimiento y gran talla, se considera que podría competir con *P. yessoensis*. Por tales razones, existe un gran interés por parte del sector productor en desarrollar la tecnología de su cultivo. Actualmente ya existen empresas mexicanas produciéndola a nivel piloto en las

Lagunas Manuela y Guerrero Negro, B.C.S, pero esta actividad se está realizando aun sin bases científicas sobre su biología.

La estimación de la cantidad de alimento que ingiere una especie por unidad de tiempo, es una variable de gran interés ecológico, debido a que es la forma en que los organismos adquieren energía del medio para poder llevar a cabo todas sus funciones biológicas favorablemente y con ello un mayor crecimiento. Además, su conocimiento permite determinar y prever el posible impacto de la especie sobre los recursos alimenticios de un determinado lugar, seleccionar sitios de cultivo, optimizar densidades de siembra, optimizar la producción y gasto de alimento en laboratorio, entre otros.

La alimentación en organismos filtradores ha sido evaluada y estudiada por diversos investigadores (Bayne. 1976; Jørgensen, 1988; Shumway, 1991; Maeda-Martínez *et. al.*, 2001; entre otros) con estudios enfocados a su influencia sobre el desarrollo fisiológico, en relación con factores endógenos y exógenos como: Talla, temperatura, historial térmico y tiempo de aclimatación, concentración de partículas, cantidad y calidad de alimento, intensidad de luz, flujo o velocidad de corrientes, entre otros.

En el presente estudio se realizó una evaluación de la tasa de filtración, la tasa de aclaramiento y la eficiencia de retención de almeja mano de león *N. subnodosus* de 45 mm y 65 mm de altura de la concha, con relación a tres temperaturas (19, 24 y 28 °C) y siete concentraciones de la microalga de *I. galbana* (0.17, 0.32, 0.61, 0.87, 2.05, 2.87 y 4.71 x 10⁵ cél/mL). Se investigó la actividad alimenticia a condiciones variantes (20 ± 4 °C) y constantes (24 ± 0.2 °C) de temperatura, determinándose si la especie es un filtrador continuo o discontinuo y se midió el efecto de la iluminación (0 y 420 lx) sobre la tasa de filtración.

II.- ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes de la especie

La almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835), pertenece a la familia de los pectínidos, los cuales se caracterizan por poseer grandes branquias adaptadas para la filtro-alimentación, un solo músculo abductor, pie reducido, hermafroditismo, sifones ausentes y habilidad de natación, la cual es una característica que no poseen otros bivalvos. La especie se caracteriza entre su familia por poseer una concha muy grande, fuerte, gruesa, convexa, bastante comprimida y sólida. Es equivalva y la ornamentación externa del disco está formada por costillas radiales anchas en forma redondeada-rectangular, uniformemente espaciadas, con 9 costillas en la valva izquierda donde tienen alternativamente una o más series de nódulos o jorobas vacías, mientras que la valva derecha posee de 9 a 10 costillas que carecen de nódulos (Peña, 2001). Es un organismo epibentónico que habita en lagunas, bahías y canales profundos de más de 6 m, donde ocurren fuertes corrientes de mareas (Maeda-Martínez *et al.*, 2001). Se distribuye desde Laguna Ojo de Liebre, península de Baja California, México, hasta las costas de Perú (Keen, 1971).

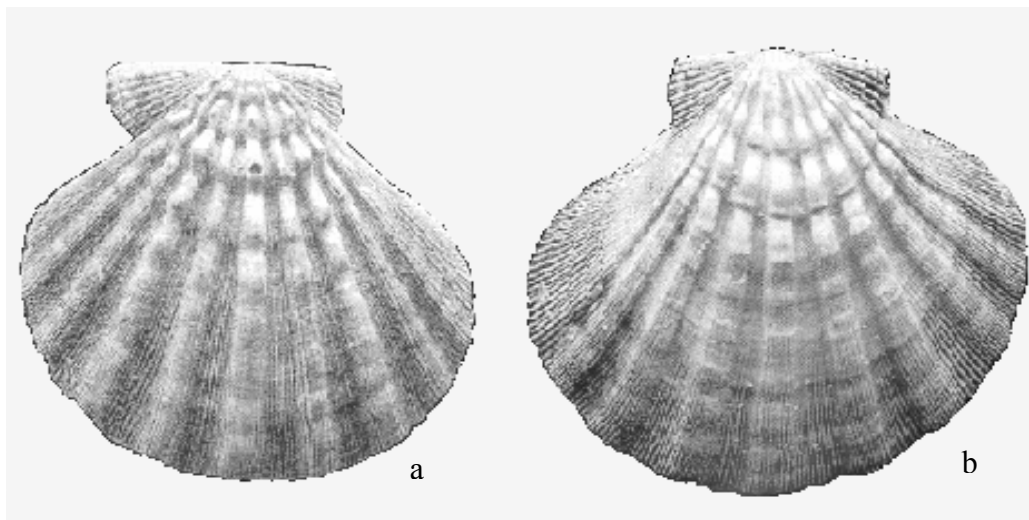


Figura 1. Valvas izquierda (a) y derecha (b) de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*

La posición sistemática de la especie fue descrita por Peña (2001), basado en Boss (1982) y en Morse y Zardus (1997) desde el phylum hasta familia:

Phylum.....**Mollusca**

Clase.....**Bivalvia**

Subclase.....**Pteriomorphia**

Superorden.....**Eupteriomorphia**

Orden.....**Ostreoida**

Suborden.....**Pectinina**

Superfamilia.....**Pectinacea** (Rafinesque, 1815)

Familia **Pectinidae** (Rafinesque, 1815)

Genero *Nodipecten* (Dall, 1898)

Especie *Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835)

2.2 Antecedentes de la pesquería

Morales-Hernández y Cáceres-Martínez (1996) hacen referencia que desde los años 80's, en la costa de Baja California Sur, México, la pesquería de los pectínidos ha sido una actividad muy importante, donde se explotaba significativamente a tres especies principalmente: *Pecten vogdesi*, *Argopecten circularis (ventricosus)* y *Lyropecten (Nodipecten) subnodosus*, citan que Baqueiro *et. al.* (1982) las considera para ese tiempo, sobreexplotadas. En 1989, la producción de estas especies alcanzó las 30 mil toneladas (con concha) y el destino era: 75% para mercado nacional y el resto se exportaba a Estados Unidos de América (Morales-Hernández y Cáceres-Martínez, 1996). Se tienen registros de producción de *N. subnodosus* en laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México, desde 1991 manteniendo una pesquería que en 1999 superó las 150 ton métricas de músculos (Maeda-Martínez *et al.*, 2001).

2.3 Antecedentes de estudios realizados en la especie

Antes de la década de los 90's se habían realizado algunos estudios con esta especie, relacionados principalmente con sistemática y aspectos ecológicos. Los estudios con fines de reproducción iniciaron a principios de esa década en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC, en el Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora y en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste en La Paz, B.C.S. México (Robles-Mungaray *et. al.*, 1999). Los estudios realizados hasta la actualidad son sobre su distribución, donde Keen (1971) caracteriza a la especie por poseer grandes nudos en su concha, y describe que se distribuye desde Laguna Ojo de Liebre, B.C. hasta Perú. Así mismo, se han hecho trabajos sobre sistemática. Smith (1991) hizo una revisión de los pectínidos gigantes de California, donde corrige al género *Lyropecten* de la especie *subnodosus*, y concluye que pertenece al género *Nodipecten*. Peña (2001) también realizó una revisión de los pectínidos en Iberoamérica.

En aspectos de reproducción, Valdez-Ramírez (2001) menciona que se tienen avances de la biología reproductiva de esta especie. Racotta *et al.* (2002) estudió el crecimiento y gametogénesis de esta especie. Encontró un crecimiento de 0.22 mm/día, un peso del músculo abductor de 20 g en 12 meses y de 55 g en 18 meses de cultivo. Ramírez-Castillo (2003) estudió el desarrollo reproductivo estacional de esta especie en la Laguna de Guerrero Negro B.C.S. con resultados de agosto a octubre.

Sobre ecofisiología, García-Esquivel *et. al.* (2000) estudió el efecto de la velocidad de flujo y concentración de alimento sobre el crecimiento de esta especie, encontrando los mayores valores de crecimiento a flujo de 5 y 10 cm/s y concentración de alimento de 33×10^3 y 66×10^3 cél/mL. Ortiz-Cuel (1994) estudió el efecto de la ración alimenticia y la densidad de cultivo sobre el desarrollo larval de esta especie, encontrando que la densidad de cultivo no afecta significativamente al crecimiento de la larva, pero sí a la supervivencia. Obtuvo los mejores resultados de crecimiento en las raciones de alimento de 5,000 y 10,000 cél/larva/día, para la primer y segunda semana respectivamente. Parés-Sierra (1996)

estudió el efecto del flujo y concentración de alimento sobre el crecimiento, el peso y la tasa de filtración en juveniles de esta especie. Villavicencio (1997) estudió el acondicionamiento gonadal, desarrollo embrionario y cultivo de larvas de esta especie, alimentadas con cuatro especies de microalgas, y concluye que se puede obtener la madurez gonadal a 24 °C con suministro continuo de las microalgas *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Thalassiosira pseudomona*, y *Chaetoceros calcitrans* (proporción 3:3:2:2 respectivamente). Gutiérrez-Villaseñor y Chi-Barragán (1997) estudiaron el efecto de la temperatura y ración alimenticia sobre el acondicionamiento de esta especie. Menciona que el incremento de la temperatura otorga una influencia positiva en su acondicionamiento. Velasco-Blanco (1997), estudió el cultivo larvario a nivel piloto de la almeja mano de león con las microalgas *I. galbana* y *Ch. Calcitrans*, obteniendo un mayor crecimiento y supervivencia con una dieta mixta en concentración 1:1, así como también con la dieta monoalgal de *I. galbana*, sin embargo, las larvas alimentadas únicamente con *Ch. calcitrans* no completaron su desarrollo. Cerón-Ortiz (2000) evaluó el crecimiento en organismos de 4 mm de esta especie bajo tres dietas de microalgas y tres raciones alimenticias. Este autor observó una gran cantidad de microalgas no filtradas después de 24 horas, al ser alimentadas con raciones de 3.0 y 4.5 x 10⁵ cél/mL. En la ración de 4.5 x 10⁵ cél/mL, registró producción de pseudoheces. Concluye que la ración de 2.0 x 10⁵ cél/mL es adecuada para sus ensayos de alimentación posterior, y los mayores incrementos de longitud y peso fueron con la mezcla de *P. lutheri* y *Ch. calcitrans*. Lora-Vilchis *et al.* (En prensa) evaluaron el valor nutricional de cuatro algas en la supervivencia, crecimiento, composición bioquímica, ingestión de alimento y eficiencia de crecimiento de esta especie. Ellos encontraron una preferencia selectiva por *Ch. calcitrans* y una alta eficiencia de asimilación para *I. galbana*.

Sobre aspectos de genética, Correa-Sandoval (2001), realizó un estudio de la estructura genética, biogeografía y morfometría de *N. subnodosus* y *N. arthriticus*. Maldonado-Amparo (2003), estudió la poliploidía sobre esta especie para su mejoramiento genético, donde no encontró ventaja de crecimiento de los organismos triploides contra los diploides, asociándolo con la característica reproductiva de esta especie en el sitio de cultivo, ó bien a un efecto negativo de la productividad primaria en el mismo.

Robles-Mungaray (2001), realizó una revisión de los antecedentes, estado actual y perspectivas del cultivo de esta especie en la península de Baja California, México. Hace énfasis en los métodos que él emplea desde la maduración de reproductores hasta la siembra en campo de juveniles; menciona que la maduración de la especie se puede obtener con un incremento de temperatura (de 17 a 21°C) en 20 días, con una alimentación mayor de 8.0×10^4 cél/mL de *I. galbana*, *Ch. gracilis*, *Ch. calcitrans* y *D. tertiolecta*. García-Domínguez *et. al.* (1992) observaron el asentamiento de la larva fijadora y crecimiento de esta especie, en laguna Ojo de Liebre, B.C.S. El mayor asentamiento fue de septiembre a octubre, alcanzando una altura de 17 mm para diciembre y de hasta 76 mm en un año. Carvajal-Rascón (1987) estudió el cultivo larvario de la especie a partir del crecimiento y maduración de reproductores. El cultivo larvario a 27 °C obtuvo mejores resultados comparada con 19 °C, con un incremento de longitud de la concha de 8.6 mm por mes. González-Ramos (1994) estudió la eficiencia comparativa de fijación de larvas de esta especie sobre sustratos artificiales. Concluye que el material plástico fue el sustrato más eficiente comparado con acrílico y fibra de vidrio, y observó que el estrato más profundo presentó mayores fijaciones. García-Pámanes (1994) realizó estudios de desarrollo de tecnología para el cultivo de la especie. Barrios *et. al.* (1997) llevó a cabo la primer prueba de crecimiento de la especie bajo condiciones de cultivo en Bahía de La Paz, B.C.S. Encontró un incremento en altura de 56.8 mm para el primer año con una supervivencia del 38%. Félix-Pico *et. al.* (1999) evaluó el crecimiento y supervivencia de esta especie en cultivos suspendidos en Bahía Loreto B.C.S. México. Ada (2001) estudió el efecto de la densidad de cultivo sobre la tasa de crecimiento y mortalidad de esta especie con talla de 4.9 mm. Encontró las mayores tasa de crecimiento y mortalidad a 5,00 y 1,000 organismos/0.42m². Danigo (2001) mostró resultados parciales de engorda de esta especie, comparando dos técnicas de cultivo a diferentes salinidades, en Laguna San Ignacio, B.C.S.. Quintero-Ojeda (2003) estudió del crecimiento y supervivencia de *Nodipecten subnodosus* en dos artes de cultivo, en laguna San Ignacio, B.C.S. Obtuvo un mayor crecimiento en canastas flotantes a bajas densidades de cultivo, mientras que la supervivencia fue mayor en costales ostrícolas sobre el fondo.

Sobre parasitología, Gómez-del-Prado (1982) mencionó el hallazgo de una forma larvaria de *Echinocephalus sp.* (Nematoda: gnathostomidae) en esta especie en Laguna Ojo de Liebre, Guerrero Negro, B.C.S.

Sobre aspectos de inmunología, Luna-González *et al.* (2002) estudió la susceptibilidad en larvas de cuatro especies de moluscos, ante el *Vibrio alginolyticus*, Los resultados indicaron que las larvas de dos especies de escalopas (*N. subnodosus* y *A. ventricosus*) son más susceptibles comparadas con la ostra (*C. gigas*) y el callo de hacha (*Atrina maura*).

Sobre aspectos de pesquerías, Morales-Hernández y Cáceres-Martínez (1996) presentaron un estudio de la pesquería de esta especie en Baja California Sur.

Sobre bioquímica posmortem y procesamiento de la especie Ocaño-Higuera *et al.* (2001) presentó resultados de una caracterización parcial del comportamiento bioquímico posmortem del músculo abductor de esta especie, almacenado a 0°C durante 15 días. Pacheco-Aguilar *et al.* (2001) han realizado estudios de calidad y procesamiento de pectínidos incluyendo a *N. subnodosus*. Los preliminares indican que la calidad sanitaria en esta especie se extiende por un período mayor de 12 días a 0 °C. Destaca también la utilización de la especie para elaborar productos con valor agregado, con buenos resultados de aceptación organoléptica.

Actualmente se están realizando otros trabajos de ecofisiología de la especie, en conjunto con esta tesis. Todos están involucrados en el proyecto, biología reproductiva de la mano de león *N. subnodosus* (CIBNOR, México). Clave PAC 37, bajo la dirección del Dr. Maeda-Martínez. Los anteproyectos son:

Relación entre las características físicas y bioquímicas estacionales de la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*, Sowerby, 1835) con el comportamiento bioquímico, textura y micro-estructura del producto reestructurado con transglutaminasa microbiana. Estudio de las temperaturas letales y temperatura óptima de una población de almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*, Sowerby, 1835). Relación del estado fisiológico de la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) con la bioquímica posmortem, calidad y vida de anaquel de su músculo abductor. Estudio del efecto de la salinidad sobre el crecimiento, balance energético, regulación osmótica y contenido bioquímico en juveniles de almeja

mano de león (*Nodipecten subnodosus*, Sowerby, 1835). Estudio del efecto de la oscilación térmica en la fisiología de la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*, Sowerby, 1835).

2.4 Antecedentes relacionados a estudios en la alimentación en moluscos bivalvos

Se tienen registros de estudios sobre la biología y mecanismos de alimentación en moluscos bivalvos desde principios del siglo XX. Owen (1974b) cita a varios investigadores pioneros como: Wallengren (1905), Yonge (1925), Galtsoff (1928), Berkeley (1935) y Atkins (1936). Y con respecto a estudios realizados, se ha encontrado que los organismos de mayor tamaño consumen una mayor cantidad de alimento que los pequeños, sin embargo, en términos de unidades específicas de tejido seco, esta relación es inversa. Por lo tanto, las tasas de alimentación específicas decrecen con el incremento del tamaño del organismo (Owen, 1974b).

La temperatura es considerada como el factor ambiental más importante que determina el metabolismo en organismos poiquilotermos (Bayne *et. al.*, 1976). En general las tasas de filtración y aclaramiento se incrementan en relación directa dentro de un intervalo de temperatura hasta llegar a un óptimo donde se estabiliza. Fuera de ese intervalo, las tasas de filtración y aclaramiento disminuyen drásticamente. Esta relación entre la actividad alimenticia con la temperatura, es específico para cada especie y está relacionado a su historial térmico o de aclimatación. Schulte (1975) encontró que la tasa de aclaramiento de *Mytilus edulis* aumentó ligeramente con el incremento de temperatura de 15 a 25 °C y disminuyó drásticamente a temperaturas extremas de 5 y 30 °C. Otros investigadores que han encontrado resultados similares son: Kirby-Smith (1970), Sicard-González. (1999) y Dong *et. al.* (2000).

Con respecto al historial térmico y tiempo de aclimatación, Navarro (2001) indica que las actividades alimenticias parecen estar condicionadas por el régimen térmico del medio en el que viven los animales. Widdows (1976) demostró que cuando *Mytilus edulis*

ha vivido en un ambiente con pocas fluctuaciones de temperatura, la tasa de aclaramiento es termodependiente en un amplio intervalo de temperaturas de exposición. Por el contrario, aquellos individuos sometidos a marcadas fluctuaciones, presentan una zona de termoindependencia comprendida en el rango habitual de temperaturas. Encontró que tanto la tasa de aclaramiento como la de respiración de *M. edulis*, presentan un alto grado de independencia a la temperatura después de haber experimentado un período de aclimatación tanto a regímenes térmicos constantes como fluctuantes.

De manera general, las tasas de filtración e ingestión en moluscos, mantienen una relación directa con la concentración de partículas, mientras que las de aclaramiento y bombeo decrecen. Algunos investigadores como Newell (1999), han encontrado que los organismos filtro-alimentadores reducen significativamente su tasa de bombeo ante concentraciones bajas de alimento. Otros investigadores como Foster-Smith (1975) y Shumway (1991), indican que cuando son expuestos a un incremento de la concentración de partículas por arriba de su límite de saturación, los organismos son capaces de controlar la cantidad de material ingerido con diferentes estrategias: a) reduciendo el tiempo de bombeo (comportamiento de alimentación discontinua), b) reduciendo sus tasas de aclaramiento, y c) incrementando el material rechazado en pseudoheces. Cerón-Ortiz (2000) observó en organismos de *N. subnodosus* de 4 mm, una gran cantidad de microalgas no filtradas después de 24 h, al ser alimentadas con las concentraciones celulares de 3.0 y 4.5×10^5 cél/mL. En la concentración de 4.5×10^5 cél/mL, registró la producción de pseudoheces. Y concluye que la concentración de 2.0×10^5 cél/mL es adecuada para los ensayos posteriores de alimentación. Winter (1973) menciona que la tasa de alimentación depende de la concentración de partículas y puede mantenerse constante si la concentración de partículas es constante. Riisgaard y Moehlenberg (1979), encontraron que a concentraciones de 0.18 mg/L, y bajo condiciones ambientales estables, *M. edulis* filtró continuamente durante 20 horas de experimentación.

La calidad del alimento es un factor muy importante en la alimentación de moluscos. *Isochrysis galbana* es una de las especies más usadas como alimento en investigación y producción de estos organismos. Shumway (1991) indica que la mayoría de los bivalvos filtro-alimentadores son capaces de retener partículas entre 3 y 4 μm con 100%

de eficiencia, y esta capacidad disminuye con respecto a tallas menores de partículas (entre el 35 y 90% para partículas de 2 μm). Lora-Vilchis y Maeda-Martínez (1997) indican que la ingestión de las microalgas *Isochrysis galbana* y *Monochrysis lutheri*, se incrementa con la talla y la edad en larvas velígeras de *Argopecten ventricosus*, y reconocen a estas especies como de las mejores opciones de alimento en moluscos. Vahl (1972), citado en Shumway (1991), encontró una retención de 80 a 100% de todas las partículas en el rango de 2 a 8 μm de diámetro por *M. edulis*. Velasco-Blanco (1997) concluye que *I. galbana* es una dieta adecuada para la almeja mano de león *N. subnodosus*, gracias a que aporta un gran valor energético, pero necesita ser complementada con otra especie que mejore su calidad alimenticia. Cerón-Ortiz (2000) encontró mayores incrementos en longitud y peso de *N. subnodosus* al ser alimentado con la mezcla de *Pavlova lutheri* y *Chaetoceros calcitrans*. Villavicencio (1997) alimentó larvas de *N. subnodosus* con las microalgas *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Thalassiosira pseudomona*, y *Chaetoceros calcitrans* (proporción 3:3:2:2 respectivamente), encontrando que *I. galbana* produjo el mejor crecimiento (1.62 $\mu\text{m}/\text{día}$) proporcionada individualmente a 1.5×10^5 cél/mL, sin embargo, se incrementa la supervivencia al mezclarse con *M. lutheri* y *C. calcitrans*.

Con respecto a la intensidad de luz, Yang *et. al.* (2000) encontraron que no existe efecto significativo de la intensidad de luz entre 0 y 10000 lx sobre la tasa de filtración en *Perna viridis*. Sun *et. al.* (1995) no encontraron diferencia significativa en la tasa de filtración de *Chlamys farreri*, entre el día (500 lx) y la noche.

Varios investigadores han demostrado que las tasas de crecimiento de algunos moluscos aumenta con el incremento de la velocidad de corriente o flujo, sin embargo, en otros estudios realizados con diferentes especies han encontrado lo contrario. García-Esquivel *et. al.* (2000) encontró los mayores valores de crecimiento de *N. subnodosus*, bajo concentraciones de alimento de 33 y 66 cél/ μL y velocidades de flujo de 5 y 10 cm/s. Heral *et. al.* (1989) demostraron que existe una tendencia general de incremento de la tasa de filtración de *C. gigas* durante los períodos de marea “muerta” o estable, dentro del medio silvestre. Wildish *et. al.* (1987) observaron que *Placopecten magallenicus* inhibe su crecimiento a velocidades de flujo mayores de 10 - 20 cm/s. Newell (1999) observó que el

área del sifón exhalante de *M. edulis* decrece con el incremento de la velocidad de corriente de 5 a 30 cm/s.

En la actualidad son muchos los estudios realizados con moluscos bivalvos, lo que ha contribuido a conocer el mecanismo de alimentación en estos organismos. Los moluscos bivalvos, son filtro-alimentadores primarios del seston que se encuentra suspendido en el agua, el cual, pasa a través de sus branquias donde es colectado y llevado al sistema digestivo mediante transporte ciliar. Sin embargo, en los estudios de alimentación, no existe una estandarización específica de las unidades con las que se mide, encontrándose en la literatura controversia al describir diferentes formas de alimentación, con la misma unidad de medición o viceversa. Las unidades de medición más comúnmente utilizadas para estudiar la actividad alimenticia son:

Tasa de filtración: Cantidad de material colectado por un organismo filtrador, por unidad de tiempo.

Tasa de ingestión: Cantidad de material que es ingerido al tracto digestivo por un organismo filtrador, por unidad de tiempo. (Navarro y González, 1998).

Tasa de bombeo (ventilación): Volumen total de agua que es transportada a través de las branquias por un organismo filtrador, por unidad de tiempo. (Shumway, 1991).

Tasa de aclaramiento: Volumen de agua que es liberada de partículas por un organismo filtrador, por unidad de tiempo.

Los métodos de estudio de la actividad alimenticia en estos organismos, se han dividido en dos categorías:

Métodos directos:

- a) Separan y miden el flujo inhalante y exhalante en moluscos sifonados (Owen, 1974b).

Métodos indirectos:

- a) Calculando en una ecuación logarítmica, la diferencia entre la cantidad (concentración) de alimento ofrecido al inicio de un período de incubación y el alimento resultante al final del mismo, de un sistema estático.

-
- b) Agregando partículas no naturales de tamaño similar al alimento y evaluando la proporción existente en el alimento ofrecido y la del alimento excretado (Conover, 1966).
 - c) Consiste en el uso marcadores del alimento con isótopos radioactivos (^{14}C ó ^{51}Cr) para posteriormente evaluar proporcionalmente la radioactividad en los organismos (Calow y Fletcher, 1972).
 - d) Calculando el número de partículas adicionales requeridas para mantener en equilibrio la concentración de alimento en el medio que rodea al organismo (Winter, 1973).
 - e) Calculando la diferencia del monitoreo entre la concentración de partículas que fluye al interior de una cámara de incubación con organismos y la concentración resultante en el flujo de salida (Widdows y Bayne, 1971; Bayne, 1976).

III.- JUSTIFICACIÓN

La alimentación en la almeja mano de león *N. subnodosus*, ha sido poco estudiada, a pesar de ser una variable de interés ecológico y acuacultural.

El estudio de la alimentación en esta especie contribuirá al conocimiento de la biología de la especie, a determinar y prever impacto sobre la concentración de seston en un sitio determinado. Este estudio también es importante porque permitirá determinar las densidades óptimas de cultivo en el mar, y a definir las concentraciones de microalgas necesarias para el cultivo de esta especie en laboratorio.

IV.- HIPÓTESIS

Las tasas de filtración y aclaramiento en *Nodipecten subnodosus*, son dependientes de la temperatura en un intervalo definido por el historial térmico de la población.

La tasa de filtración varía proporcionalmente con la concentración de partículas, mientras que esta relación con la tasa de aclaramiento varía inversamente proporcional.

Como ocurre con algunos moluscos, la tasa de filtración en *N. subnodosus* es continua ante concentraciones estables de partículas.

La tasa de filtración correlaciona con la temperatura cuando está sujeta a condiciones oscilantes de temperatura.

La tasa de filtración de *N. subnodosus* es afectada por el fotoperíodo

V.- OBJETIVOS

Objetivo general:

Estudiar la alimentación de *Nodipecten subnodosus* a dos tallas, y diferentes combinaciones de temperatura, concentración de partículas e iluminación.

Objetivos específicos:

Determinar la tasa de filtración y aclaramiento en la almeja mano de león, en función de la concentración de partículas (entre 0.17×10^5 y 4.7×10^5 cél/mL), a dos tallas (45 y 65 mm).

Determinar la tasa de filtración y aclaramiento de la almeja mano de león, a temperaturas estables de 19, 24 y 28 °C a dos tallas (45 y 65 mm), y oscilantes entre 20 y 28 °C a una talla de 65 mm.

Conocer si *N. subnodosus* es un consumidor continuo o intermitente durante 72 horas, ante condiciones estables de temperatura (24.5 °C) .

Determinar el efecto de la iluminación (420 lx) sobre la tasa de filtración en la almeja mano de león a una talla de 65 mm.

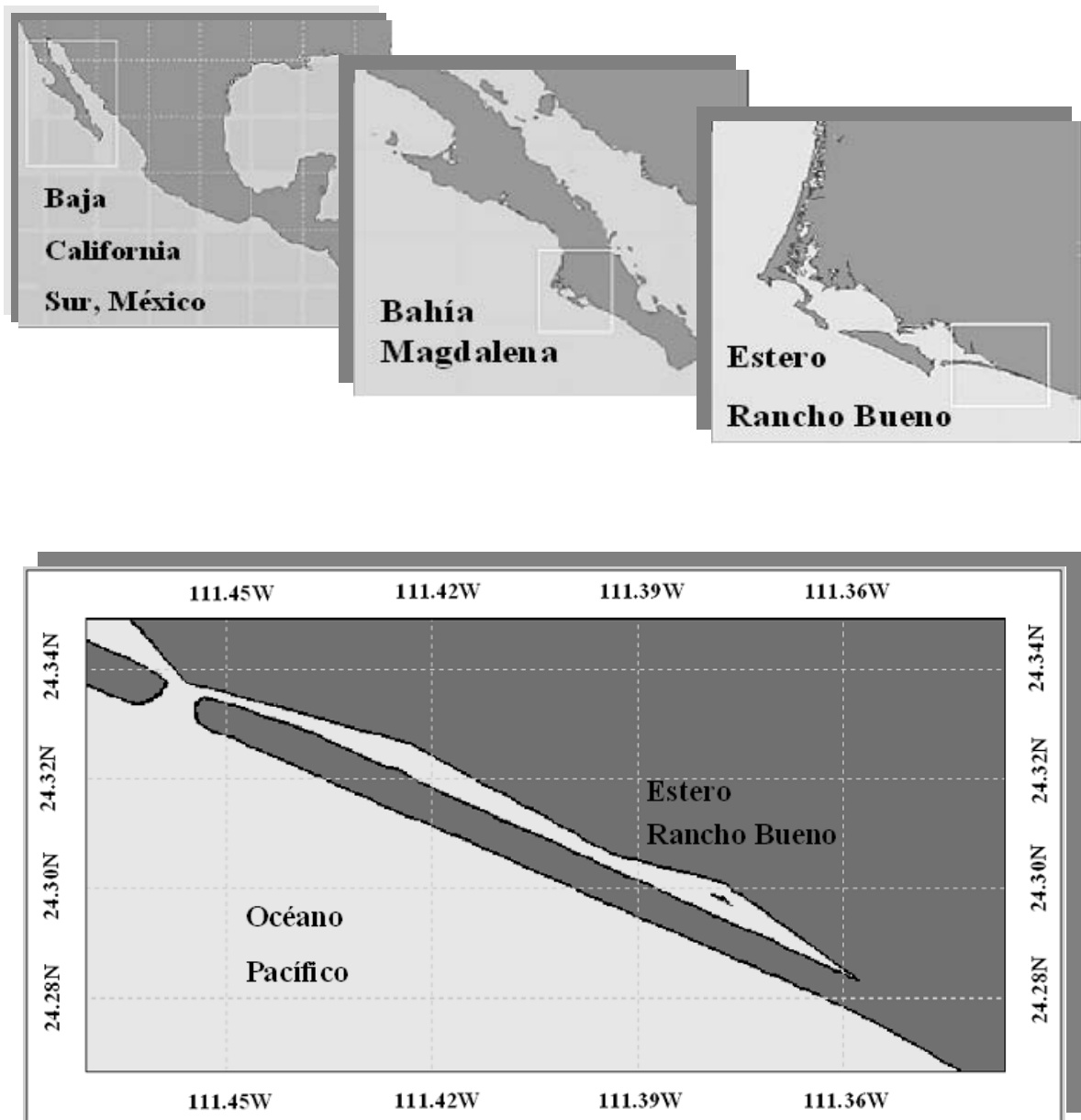
VI.- MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Organismos experimentales

En este trabajo se emplearon 500 ejemplares de la almeja mano de león de 45 y 65 mm de altura promedio, producidos a partir de progenitores colectados en Guerrero Negro, Laguna Manuela, Baja California. Los reproductores fueron inducidos al desove en enero del 2002 en el laboratorio de larvicultura del CIBNOR. El cultivo larvario y de preengorda, se realizó de Enero a Mayo a 24 °C, y posteriormente fueron cultivados en el Estero Rancho Bueno, Bahía Magdalena, Baja California Sur (24° 32' N; 111° 42' W) (Figura 1) en canastas tipo “Nestier”, hasta octubre del 2002, donde fueron colectados para los experimentos.

Los organismos se transportaron al laboratorio de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS, Unidad Pichilingue) en contenedores con agua marina a 24 °C (similar al sitio de colecta) con aireación y alimento constante. Este laboratorio se encuentra a 18 Km de la ciudad de La Paz Baja California Sur, por la carretera a Pichilingue. Cuenta con un sistema de producción de microalgas con capacidad de 1000 L/día concentrada de 1×10^6 a 1.5×10^6 cél/mL en promedio, un sistema de abastecimiento de agua con bombas de 3 HP, 1.5 HP y tres de 0.75 HP marca “Hayward”, una cisterna de 6 toneladas métricas, un sistema de filtración de agua que consta de trampas de sedimentación y tres filtros de arena marca Purex Triton Tagelus modelo TA-35/35d y un sistema de aireación general con equipo de 3 HP, marca Baldor.

Figura 1. Sitio de colecta de organismos.



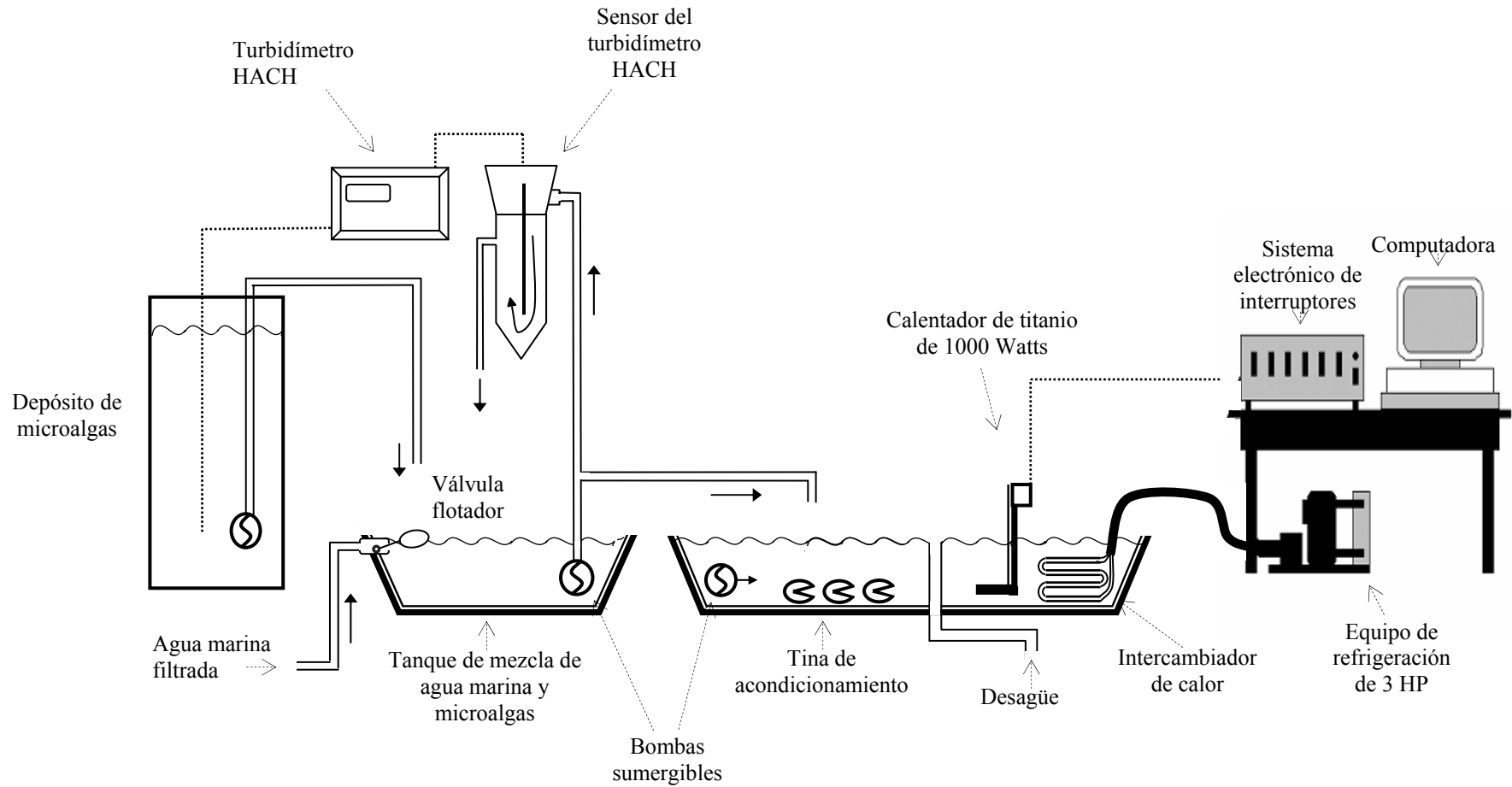
6.2 Mantenimiento de los organismos

Para el mantenimiento de los organismos, se construyó un sistema de flujo continuo que se ilustra en la Figura 2. Este sistema consistió en un tanque de mezcla de agua de mar y microalgas, y 3 tanques de mantenimiento de organismos de 160 L de capacidad. El tanque de mezcla fabricado de fibra de vidrio con 500 litros de capacidad, se mantuvo permanentemente lleno mediante una válvula flotador conectado a la red principal de agua de mar del laboratorio. Esta agua bombeada del muelle de la UABCS ubicado en la Rada de Pichilingue (24° 26' N; 110° 32' W), era filtrada a través de filtros de arena sílica. Dentro del tanque se colocó una bomba sumergible Wizard modelo 5-MSP de 1/6 HP, la cual además de recircular el agua en el mismo tanque a través de una "T" colocada en la línea de descarga, enviaba agua hacia los tanques de mantenimiento de los organismos y hacia un turbidímetro de flujo continuo HACH modelo 1720C programado para controlar a otra bomba sumergible Wizard modelo 5-MSP de 1/6 HP instalada dentro de un reservorio de microalgas. Cuando la turbidez del agua era menor a un valor equivalente a la concentración de microalgas que se deseaba suministrar a los tanques de mantenimiento, el turbidímetro encendía la bomba hasta alcanzar la concentración deseada. Los conteos de microalgas realizados en la descarga de la bomba, indicaron una variación de la concentración de $\pm 1.8 \times 10^4$ cél/mL. La suspensión de microalgas resultante, llegaba a los tanques rectangulares de fibra de vidrio de 160 L de capacidad, empleados para el mantenimiento de las almejas, a través de tubería de polietileno de alta densidad de uso agrícola, controlando el gasto individual por tanque (54 L/h) con válvulas de plástico. Para asegurar la homogeneidad de la temperatura, oxígeno disuelto y la concentración de microalgas en los tanques de mantenimiento, se colocó una bomba de inmersión Evans modelo Aqua28W de 1771 L/h de capacidad, en cada uno de ellos. El agua fue aireada de manera continua mediante difusores de aire. Los tanques tenían en el centro un tubo de descarga por donde fluía el efluente a la red de drenaje del laboratorio.

La temperatura del agua de los tanques se mantuvo con un simulador térmico marino automatizado (SITMA) fabricado en el CIBNOR para este propósito. El SITMA consistió en un sistema que controla el encendido y apagado de una unidad de

refrigeración, conectada a un serpentín de acero inoxidable y de un calentador de titanio de 1,000 Watts sumergidos en cada tanque. El control se realiza mediante un sistema electrónico de interruptores controlados por una computadora PC, la cual compara la temperatura registrada con un termistor flotante en el tanque, contra la temperatura deseada guardada en memoria. El SITMA fue diseñado para controlar la temperatura en seis tanques simultáneamente por tiempo indefinido, con una capacidad de variación mayor de 5 °C/h en 60 L de agua.

Figura 2: Sistema experimental general



6.3 Aclimatación de organismos y sistema experimental

Los organismos experimentales se distribuyeron equitativamente en los tres tanques de 160 L. Estos se aclimataron durante dos semanas previas al experimento a condiciones similares de alimentación, ajustando gradualmente la temperatura a 19, 24 y 28 °C, modificando un grado centígrado por día, hasta llegar a la deseada con el SITMA. Una vez aclimatados, se procedió a determinar la tasa de filtración (TF) y de aclaramiento (TA) de los organismos, empleando el sistema de flujo continuo que se muestra en la Figura 3. Este sistema a diferencia de otros que emplean cámaras cerradas, además de mantener constante la concentración de microalgas en la cámara de incubación, evita la caída del oxígeno disuelto producida por la respiración de los animales, y la acumulación de desechos nitrogenados como el amonio, los cuales son tóxicos para los organismos.

El sistema de flujo continuo consistió en un tanque reservorio elevado de 550 L, el cual contenía la mezcla de agua de mar y microalgas de *Isochrysis galbana* a la concentración deseada. Contenía una tapa oscura que evita el paso de luz para inhibir la reproducción de microalgas. Esta suspensión fue aireada y agitada permanentemente mediante dos bombas sumergibles Evans. La estabilidad de la concentración del alimento experimental dentro del tanque se verificó en un experimento preliminar, mediante el muestreo continuo de los conductos de entrada a las cámaras de incubación. El agua con las microalgas fue transferida por sifón a cuatro cámaras de vidrio de 1.5 L de capacidad y tapa de polietileno con empaque para cerrado hermético, a través de una manguera de plástico de 5 mm de diámetro. Esta manguera estaba conectada a un serpentín de acero inoxidable colocado dentro del mismo tanque de aclimatación para igualar la temperatura de la suspensión antes de entrar a las cámaras de incubación. La manguera se insertó hasta el fondo de las cámaras a través de un orificio perforado en la tapa para homogenizar la suspensión. Posteriormente, el agua salía por otra manguera insertada en el centro de las tapas la cual llegaba solamente al ras de las mismas. Las tapas tenían un corte cónico hacia el centro para excluir las burbujas que pudiesen ingresar a las cámaras. En el extremo de la manguera de salida se colocó una válvula de plástico con la cual se reguló el paso de agua y microalgas a través de la cámara, entre 60 y 70 mL/min (Bayne, 1976), entendiéndose

como flujo a este recambio de agua. La temperatura de las cámaras se mantuvo al valor deseado, colocándolas dentro del mismo tanque de aclimatación termorregulado por el SITMA.

6.4 Medición de la tasa de filtración, tasa de aclaramiento y eficiencia de retención

Los organismos experimentales fueron incubados en tres de las cámaras y la cuarta sirvió como blanco. Un ensayo preliminar mostró que no existe sedimentación de células alimenticias en el interior de las cámaras, en el rango de flujo de agua de 60 y 70 mL/min. Se tomaron muestras de 25 mL de agua de las salidas de las cámaras de incubación, las cuales fueron fijadas con aproximadamente 0.2 mL de una solución de lugol y formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio. Con esta solución fijadora se determinó experimentalmente que no hubo variación en el número de partículas durante 71 días de almacenamiento. Las muestras se tomaron después de los primeros 25 minutos de iniciado el experimento ya que experimentalmente se encontró que después de ese tiempo, la tasa de filtración (TF) era estable. El conteo de células de las muestras, se hizo en un analizador de partículas Coulter Multiziser 3, el cual daba además una lectura de la cantidad de partículas por volumen y la talla de las mismas. La TF se midió por diferencia entre la cámara blanco y las cámaras experimentales mediante la fórmula:

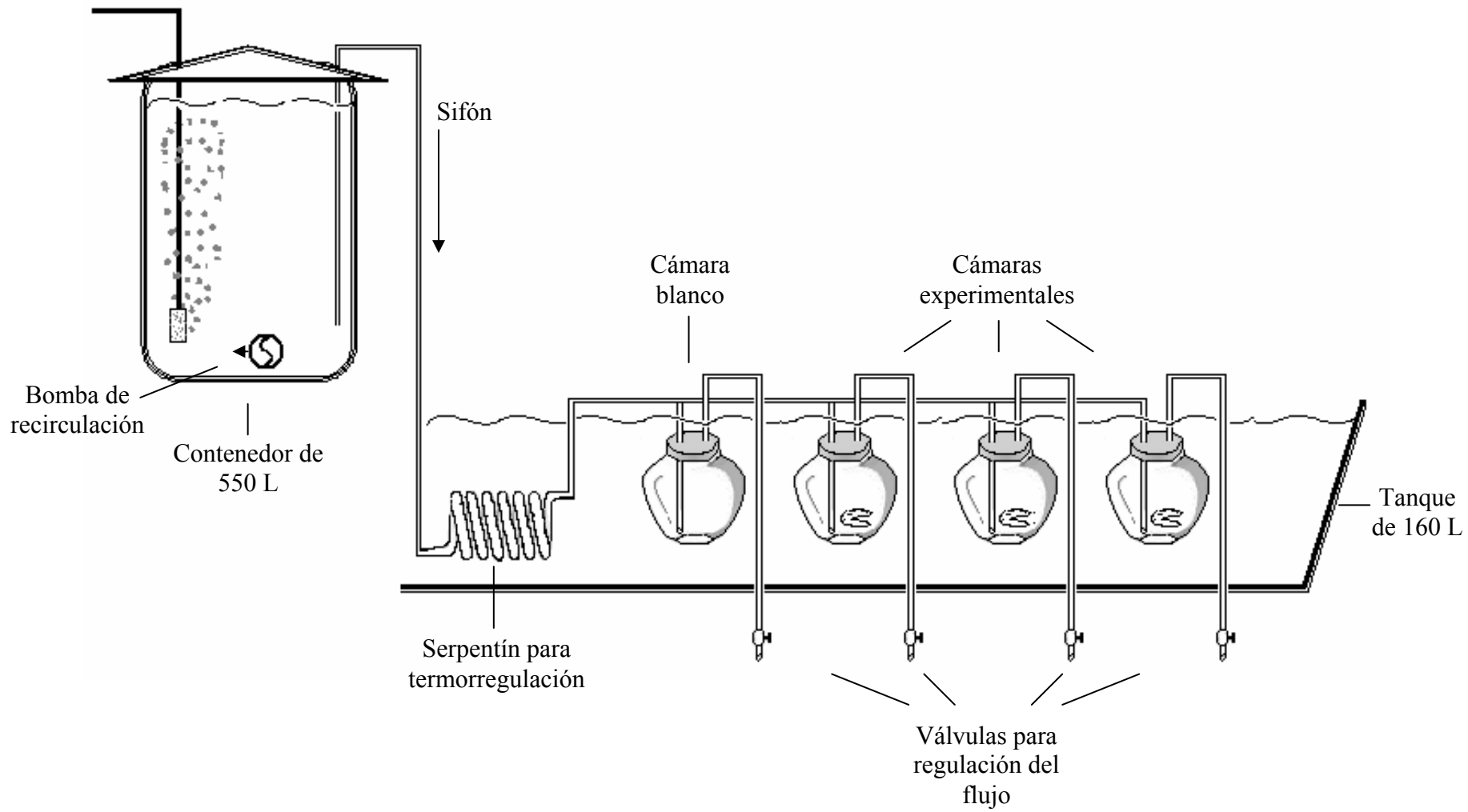
$$TF = (E-S) \times F / PS$$

En donde E y S son las concentraciones celulares a las salidas de las cámaras blanco y experimentales respectivamente, F es el flujo y PS el peso seco de los tejidos de los organismos.

La tasa de aclaramiento se obtuvo a partir de la razón de la TF entre la concentración de partículas de la cámara blanco (TF / E), obteniendo resultados en mililitros por gramo de peso seco de tejido por minuto.

La eficiencia de retención se definió como el porcentaje de células que el organismo removió de la suspensión y fue calculado dividiendo el alimento consumido entre el alimento suministrado x 100.

Figura 3.- Sistema de cámaras de flujo continuo



6.5 Altura de conchas y determinación del peso húmedo y seco de tejidos

Las almejas se mantuvieron en inanición durante 15 horas después de los experimentos, para vaciar sus estómagos. Posteriormente se midió la altura de la concha de cada organismo con un calibrador Vernier y se eliminó el exceso de agua superficial de la concha para obtener el peso húmedo total (PHT) en una balanza analítica de 1 mg de precisión. Después se llevaron a peso seco constante en una estufa a 65 °C, para obtener el peso seco total (PSC) incluyendo la concha y posteriormente se separaron los tejidos para obtener el peso seco de las valvas (PV), y por diferencia obtener el peso seco de tejido (PST).

6.6 Tasas de filtración y aclaramiento y eficiencia de retención en dos tallas de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*, en función de la temperatura y concentración de microalgas *Isochrysis galbana*.

Se ejecutó un diseño experimental factorial que incluyó dos grupos de ejemplares de 46.1 ± 2.2 mm y 65.3 ± 2.2 mm de altura de la concha, con peso seco de tejido de 0.97 ± 0.12 y 2.82 ± 0.38 g respectivamente, expuestos a siete concentraciones de alimento (entre 0.17×10^5 y 4.8×10^5 cél/mL de *I. galbana*) y a temperaturas de 19, 24 y 28 °C. Cada experimento se realizó por triplicado con duración de tres horas y cinco muestreos distribuidos a lo largo del tiempo.

6.7 Tasa de filtración de la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*), a temperatura constante y a concentraciones estables y fluctuantes.

Para conocer si *N. subnodosus* es un filtrador continuo o discontinuo se midió el consumo de alimento de organismos de 65.4 ± 1.0 mm y 2.75 ± 0.38 g de peso seco de

tejido, durante 75 horas continuas a 24.5 °C, recibiendo en las primeras 36 h una alimentación variable de $1.1 \pm 0.1 \times 10^5$ cél/mL y posteriormente (39 h) una alimentación estable de $0.7 \pm 0.06 \times 10^5$ cél/mL. La toma de muestras se realizó cada tres horas.

6.8 Efecto de la temperatura variable, sobre la tasa de filtración en la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*.

Se midió el consumo de alimento de organismos de 63.8 ± 1.8 mm con 2.57 ± 0.36 g de peso seco de tejido en una exposición a 72 horas, bajo dos condiciones de oscilación térmica, de 24 ± 4 °C, en 12 y 24 horas. Durante el experimento los organismos recibieron alimentación constante de $0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL y tomando muestras cada tres horas.

6.9 Efecto del fotoperíodo, sobre la tasa de filtración en la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*.

El efecto de la iluminación sobre la TF en a almeja mano de león se probó exponiendo almejas de 66.2 ± 0.36 mm de altura y 2.68 ± 0.4 g de peso seco de tejido durante 36 h, a doce períodos de 3 h alternadas de iluminación y oscuridad (de 0 a 420 lx) en forma continua. La temperatura se mantuvo a 24.5 °C. Las cámaras recibieron un flujo de 75 mL/min, de una suspensión de *I. galbana* de $0.7 \pm 0.06 \times 10^5$ cél/mL. Los muestreos se realizaron antes que concluyera cada período. La iluminación fue la del mismo laboratorio en cual fue medido con un fotómetro LI-COR modelo LI-185A en Luxes (Lumen/ M²).

VII.- RESULTADOS

7.1 Altura de las conchas y peso húmedo y seco de tejidos

En la Figura 4 se muestra la relación entre la altura de la concha contra el peso húmedo y peso seco de tejidos, de *N. subnodosus* de las dos clases de talla empleadas en el presente estudio. Los resultados muestran que el porcentaje de tejido seco y húmedo (Tabla 1) con relación al peso húmedo total, son muy similares para ambas clases de talla (46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm).

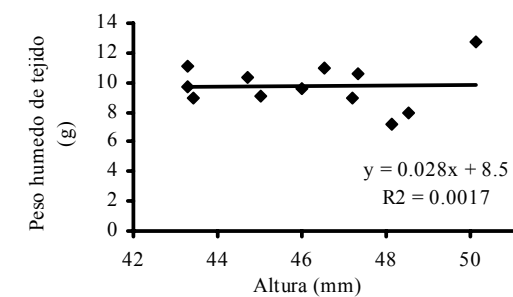


Gráfico a: Relación Altura - PHT

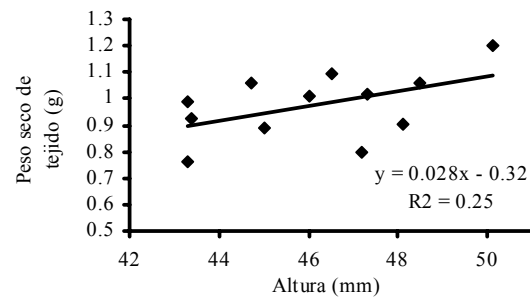


Gráfico b: Relación Altura - PST

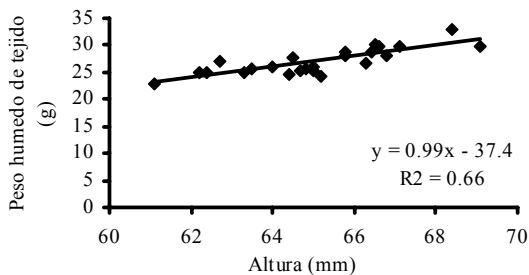


Gráfico c: Relación Altura - PHT

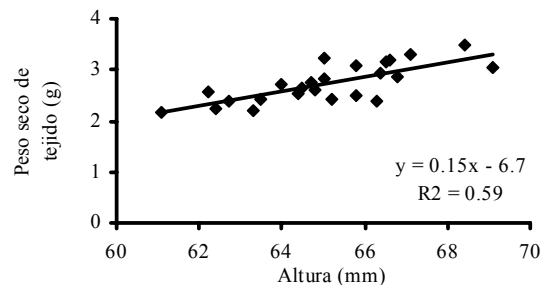


Gráfico d: Relación Altura - PST

Figura 4. Relaciones alométricas de altura de concha vs. peso húmedo y seco de tejido (PHT y PST) en *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm.

Tabla 1. Datos biométricos de ejemplares de *Nodipecten subnodosus* de dos clases de talla, empleados en el presente estudio.

Clase de Talla	Talla (mm)	Peso húmedo con concha (g)	Peso húmedo de tejido sin concha (g)	Peso seco (g)	Tejido húmedo por peso húmedo total (%)	Tejido seco por peso húmedo total (%)	Tejido seco por tejido húmedo (%)
Pequeños	46.1 ± 2.2	23.1 ± 2.9	9.8 ± 1.5	0.98 ± 0.13	42.30	4.20	10.0
Grandes	65.1 ± 1.9	64.3 ± 6.3	27.0 ± 2.4	2.7 ± 0.37	42.01	4.25	10.1

7.2 Tasa de filtración y aclaramiento de *Nodipecten subnodosus*, en función de la temperatura y concentración de *Isochrysis galbana*.

7.2.1 Tasa de filtración y aclaramiento de *Nodipecten subnodosus*, a dos tallas, 19 °C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana*.

En las Figuras 5 y 6 se muestran las tasas de filtración (TF) y de aclaramiento (TA) de *N. subnodosus* de dos tallas, a 19 °C y siete concentraciones de *I. galbana*. Las TF y TA fueron mayores en los organismos de 46.1 ± 2.2 mm con respecto a los de 65.1 ± 1.9 mm, existiendo diferencias significativas entre tallas ($T\text{-student}_{(121)} = 2.55$; $P < 0.05$). Los valores máximos de TF y TA se obtuvieron a la concentración de partículas más alta (2.71×10^5 cél/mL) probada en este tratamiento. Sin embargo, a esta concentración se observó producción de pseudoheces, lo cual indica el rechazo por parte de los organismos de una porción de las microalgas ofrecidas. El análisis de varianza (ANDEVA) mostró diferencias significativas de TF vs. concentración de microalgas (Tablas 2 y 4) y la prueba de Tukey indicó TF estadísticamente similares entre 0.17×10^5 y 2.05×10^5 cél/mL, pero diferentes a 2.71×10^5 cél/mL (Tablas 3 y 5). De la Figura 5 se puede concluir que las TF máximas sin producción de pseudoheces son de 9.0×10^5 cél/g/min para organismos de 46.1 ± 2.2 mm, y de 4.1×10^5 cél/g/min para organismos 65.1 ± 1.9 mm.

Con respecto a la TA (Figura 6) se observó un incremento a 0.73 y 0.22 L/g/h, al aumentar la concentración de microalgas hasta 0.61×10^5 cél/mL en organismos de 46.1 ± 2.2 mm y 65.1 ± 1.9 mm respectivamente. Posteriormente la TA cayó hasta 0.26 L/g/h y 0.12 L/g/h, al incrementarse la concentración a 2.05×10^5 cél/mL en las dos clases de talla respectivamente.

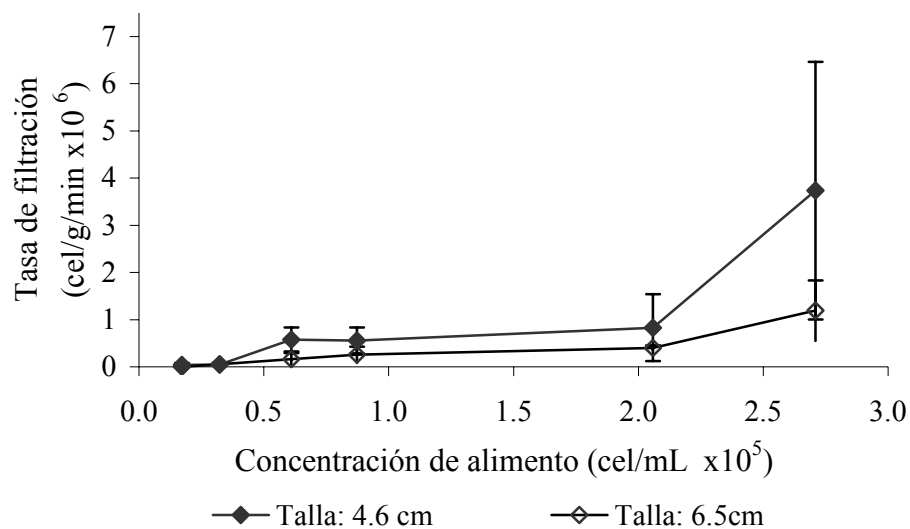


Figura 5. Tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus*, a dos tallas, 19 °C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$.

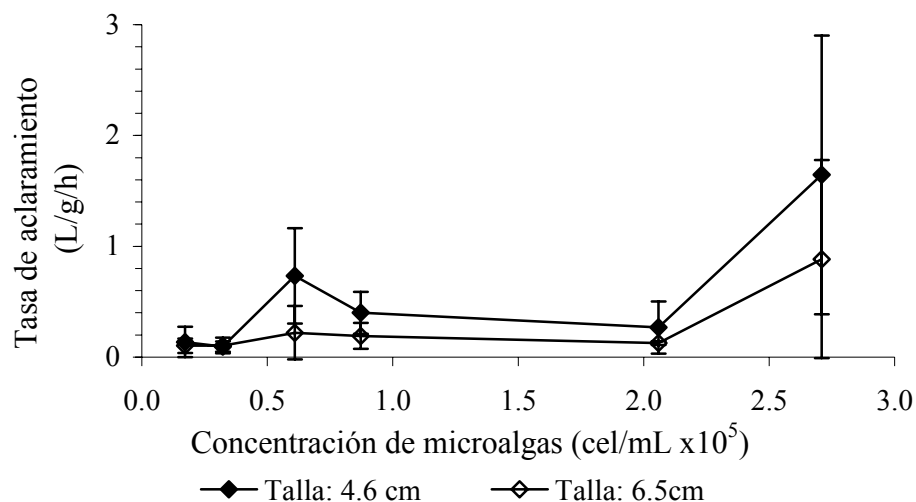


Figura 6. Tasa de aclaramiento en *Nodipecten subnodosus* a dos tallas, 19 °C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$.

Tabla 2. Análisis de varianza practicado a los resultados de la tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, obtenidos a 19 °C y diferentes concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 2.71×10^5 cél/mL).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	7.9×10^{13}	5	1.6×10^{13}	6.64	0.0001
En los grupos	1.2×10^{14}	51	2.4×10^{12}		
Total	2.0×10^{14}	56			

Tabla 3. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, obtenidos a 19 °C y diferentes concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 2.71×10^5 cél/mL).

Concentración	N	Medias	Grupos homogéneos
0.17×10^5	8	4.2×10^4 b	X
0.32×10^5	8	5.8×10^4 b	X
0.61×10^5	11	5.6×10^5 b	X
0.87×10^5	9	5.8×10^5 b	X
2.05×10^5	11	9.0×10^5 b	X
2.71×10^5	10	3.5×10^6 a	X
			b a

Tabla 4. Análisis de varianza practicado a los resultados de la tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, obtenidos a 19°C y diferentes concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 2.71×10^5 cél/mL).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	1.1×10^{13}	5	2.2×10^{12}	11.27	0.0000
En los grupos	1.2×10^{13}	60	1.9×10^{11}		
Total	2.3×10^{13}	65			

Tabla 5. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a 19°C y diferentes concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 2.71×10^5 cél/mL).

Concentración	N	Medias	Grupos homogéneos
0.17×10^5	10	2.8×10^4 b	X
0.32×10^5	12	5.1×10^4 b	X
0.61×10^5	10	1.8×10^5 b	X
0.87×10^5	11	2.7×10^5 b	X
2.05×10^5	11	4.1×10^5 b	X
2.71×10^5	12	1.2×10^6 a	X
			b a

7.2.2 Tasa de filtración y aclaramiento de *Nodipecten subnodosus*, a dos tallas, 24°C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana*.

En las Figuras 7 y 8 se muestran la TF y la TA en *N. subnodosus* de dos tallas, a 24°C y siete concentraciones de *I. galbana*. Las TF y TA, a excepción del tratamiento de 4.76×10^5 cél/mL, fueron nuevamente mayores en las almejas de 46.1 ± 2.2 mm con respecto a las de 65.1 ± 1.9 mm, existiendo diferencias significativas entre tallas ($T\text{-student}_{(159)} = 2.35$; $P < 0.05$). Los valores máximos de TF y de TA se obtuvieron en las dos concentraciones más altas (2.71×10^5 y 4.6×10^5 cél/mL) y también se registró la producción de pseudoheces como en el tratamiento anterior. Cuando la concentración de partículas

aumentó de 0.17×10^5 a 0.87×10^5 cél/mL, la TF se incrementó rápidamente a 4.6×10^6 y 2.3×10^6 cél/g/min en almejas de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm respectivamente. Posteriormente la TF se mantuvo a niveles estadísticamente similares hasta la concentración de 2.05×10^5 cél/mL. En los organismos de 46.1 ± 2.2 mm la TF cayó en la mayor concentración de partículas probada (4.76×10^5 cél/mL), lo cual es contrario a lo esperado. El análisis de varianza (ANDEVA) mostró diferencias significativas de TF vs. concentración de microalgas (Tablas 6 y 8). En la prueba de Tukey se distinguen tres grupos homogéneos, de los cuales el valor más elevado de TF sin producción de pseudoheces fue de 2.05×10^5 cél/mL en organismos de 46.1 ± 2.2 mm (Tabla 7), aunque este valor no fue estadísticamente diferente de las concentraciones 0.61×10^5 y 0.87×10^5 cél/mL. Con respecto a los organismos de 65.1 ± 1.9 mm, la prueba de Tukey no mostró grupos homogéneos como en las de tallas inferiores (Tabla 9), observándose solamente homogeneidad entre una concentración dada y la siguiente superior en el intervalo de 0.17×10^5 a 2.71×10^5 cél/mL. La TF más alta se encontró en el tratamiento 2.05×10^5 cél/mL, aunque este valor no fue estadísticamente diferente a la concentración 0.87×10^5 cél/mL.

Los valores más altos de TA (3.9 y 1.6 L/g/h) se encontraron a la concentración 0.61×10^5 cél/mL, en las almejas de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm respectivamente (Figura 8). A concentraciones de partículas superiores, la TA en individuos de 46.1 ± 2.2 mm, cayó hasta 0.6 L/g/h en la mayor concentración de microalgas probada (4.76×10^5 cél/mL). En organismos de 65.1 ± 1.9 mm la TA disminuyó hasta 0.8 L/g/h a 2.05×10^5 cél/mL y posteriormente se incrementó a 1.3 L/g/h a 4.76×10^5 cél/mL.

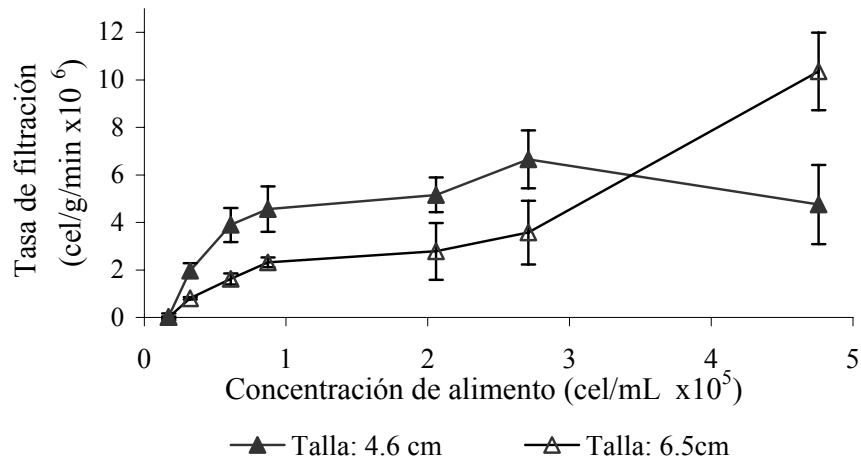


Figura 7. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus*, a dos tallas, 24 °C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$.

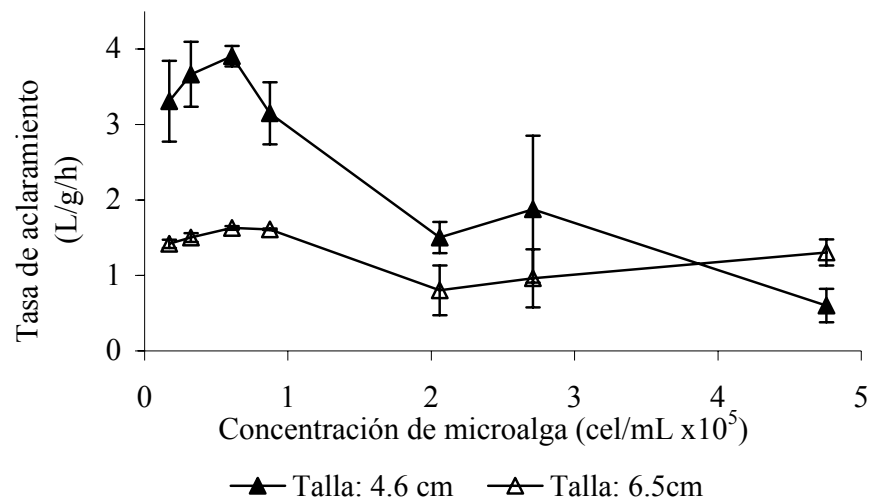


Figura 8. Tasa de aclaramiento de *Nodipecten subnodosus*, a dos tallas, 24 °C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$.

Tabla 6. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a 24°C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	2.7×10^{14}	6	4.5×10^{13}	11.73	0.0000
En los grupos	2.8×10^{14}	73	3.8×10^{12}		
Total	5.5×10^{14}	79			

Tabla 7. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a 24°C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Concentración	N	Medias	Grupos homogéneos
0.17×10^5	12	9.2×10^5 c	X
0.32×10^5	12	2.0×10^6 c	X
0.61×10^5	12	3.9×10^6 b	X
0.87×10^5	12	4.6×10^6 b	X
4.76×10^5	8	4.6×10^6 b	X
2.05×10^5	12	5.2×10^6 ab	XX
2.71×10^5	12	6.7×10^6 a	X
			c b a

Tabla 8. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a 24°C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	6.6×10^{14}	6	1.1×10^{14}	58.66	0.0000
En los grupos	1.4×10^{14}	74	1.9×10^{12}		
Total	8.0×10^{14}	80			

Tabla 9. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a 24°C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Concentración	N	Medias	Grupos homogéneos
0.17×10^5	12	4.0×10^5 e	X
0.32×10^5	12	8.1×10^5 ef	XX

0.61 x 10 ⁵	12	1.6 x 10 ⁶	de	XX
0.87 x 10 ⁵	12	2.3 x 10 ⁶	cd	XX
2.05 x 10 ⁵	12	2.8 x 10 ⁶	bc	XX
2.71 x 10 ⁵	12	3.6 x 10 ⁶	b	X
4.76 x 10 ⁵	9	1.0 x 10 ⁷	a	X
				f e d c b a

7.2.3 Tasa de filtración y aclaramiento de *Nodipecten subnodosus*, a dos tallas, 28 °C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana*.

En las Figuras 9 y 10 se muestran la TF y la TA en *N. subnodosus* de dos tallas, a 28 °C y siete concentraciones de *I. galbana*. Las TF y TA fueron mayores en las almejas de 46.1 ± 2.2 mm con respecto a las de 65.1 ± 1.9 mm, existiendo diferencias significativas entre tallas ($T\text{-student}_{(158)} = 6.02$; $P > 0.001$). La TF se incrementó a 4.5×10^6 y 2.1×10^6 cél/g/min a las concentraciones de 0.17×10^5 y 0.87×10^5 cél/mL, en organismos de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm respectivamente. Posteriormente se observó una caída a concentraciones mayores en todos los tratamientos a excepción a la concentración de 2.71×10^5 cél/mL, en donde la TF se incrementó a 7.0×10^6 cél/g/min en almejas de 46.1 ± 2.2 mm. A esa concentración, la TF fue de 3.1×10^6 cél/g/min en los organismos de 65.1 ± 1.9 mm. Se observaron pseudoheces en las concentraciones probadas más altas (2.71×10^5 y 4.6×10^5 cél/mL) en ambas clases de talla, de manera similar a lo ocurrido a temperaturas inferiores.

El análisis de varianza (ANDEVA) mostró diferencias significativas entre las TF a diferentes concentraciones de microalgas (Tablas 10 y 12). Con la prueba de Tukey no se encontraron grupos homogéneos de TF en ambas clases de talla (Tablas 11 y 13), observándose solamente homogeneidad entre una concentración dada y la siguiente superior en todos los tratamientos, a excepción de las concentraciones 0.87×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL de la clase de tallas pequeñas, y de los tratamientos 2.05×10^5 , 2.71×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL de la clase de tallas grande, en los que fueron estadísticamente similares.

La TF más elevada sin producción de pseudoheces se obtuvo a 2.05×10^5 cél/mL, pero no fue estadísticamente diferente con la concentración de 0.87×10^5 cél/mL.

La TA (Figura 10) fue más alta en la concentración de 0.32×10^5 cél/mL, con valores de 3.8 y 1.6 L/g/h en organismos de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm respectivamente. Posteriormente se observó una caída gradual de hasta 0.5 y 0.3 L/g/h en la concentración más alta de 4.76×10^5 cél/mL, para las dos clases de talla estudiadas.

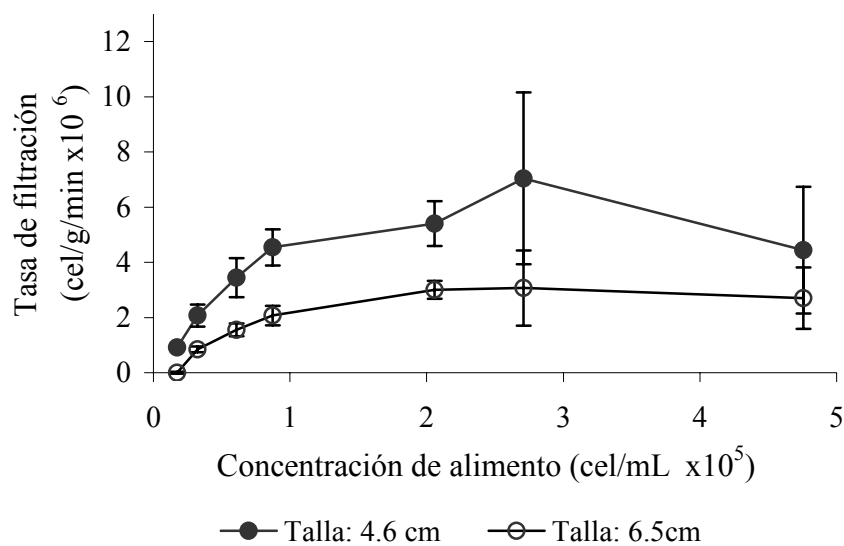


Figura 9. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus*, a dos tallas, 28 °C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$.

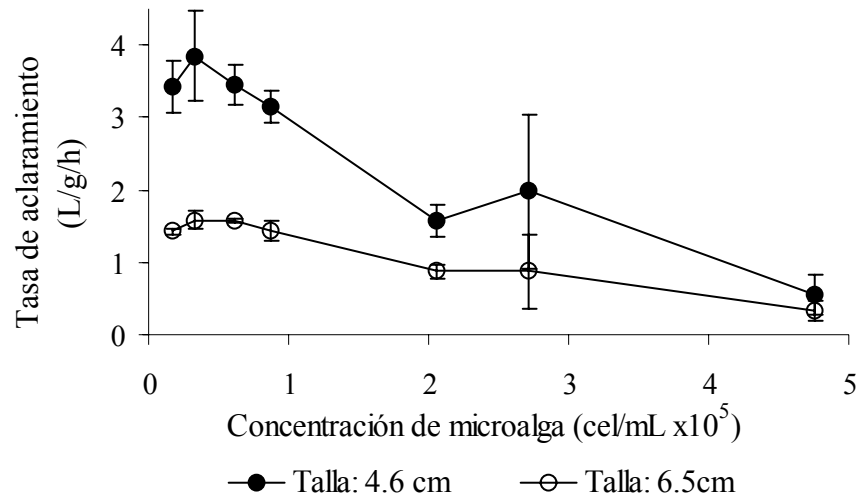


Figura 10. Tasa de aclaramiento de *Nodipecten subnodosus*, a 28 °C y siete concentraciones de microalga de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$.

Tabla 10. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a 28 °C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	3.0×10^{14}	6	4.9×10^{13}	11.34	0.0000
En los grupos	3.1×10^{14}	72	4.3×10^{12}		
Total	6.1×10^{14}	78			

Tabla 11. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a 28 °C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Concentración	N	Medias	Grupos homogéneos
0.17×10^5	12	9.5×10^5 e	X
0.32×10^5	11	2.1×10^6 de	XX
0.61×10^5	12	3.4×10^6 cd	XX
0.87×10^5	12	4.5×10^6 bc	XX
4.76×10^5	8	4.6×10^6 bc	XX
2.05×10^5	12	5.4×10^6 ab	XX
2.71×10^5	12	7.0×10^6 a	X

e d c b a

Tabla 12. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a 28°C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	7.9×10^{13}	6	1.3×10^{13}	13.45	0.0000
En los grupos	7.2×10^{13}	74	9.8×10^{11}		
Total	1.5×10^{14}	80			

Tabla 13. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a 28°C y siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Concentración	N	Medias	Grupos homogéneos
0.17×10^5	12	4.0×10^5 e	X
0.32×10^5	12	8.5×10^5 de	XX
0.61×10^5	12	1.6×10^6 cd	XX
0.87×10^5	12	2.1×10^6 bc	XX
4.76×10^5	9	2.7×10^6 ab	XX
2.05×10^5	12	3.0×10^6 a	X
2.71×10^5	12	3.1×10^6 a	X
e d c b a			

7.2.4 Análisis integrado del efecto de la temperatura y la concentración de microalgas, sobre la tasa de filtración y aclaramiento de *Nodipecten subnodosus*, a dos tallas.

Los resultados integrados de TF y TA (Figuras 11, 12, 13 y 14) muestran que los organismos más pequeños presentan una mayor TF y TA en todos los tratamientos. Comparaciones entre las diferentes temperaturas, muestran que las TF y TA son mayores a 24 y 28°C con respecto a 19°C , en organismos de ambas clases de talla.

La TF fue dependiente de la concentración de partículas entre 0.17×10^5 y 2.05×10^5 cél/mL a las diferentes temperaturas estudiadas, y posteriormente se hizo independiente a concentraciones mayores, mostrando una desviación estándar alta entre repeticiones. En

todos los ensayos experimentales se observó que al aumentar la concentración de partículas a 2.7×10^5 cél/mL, las TF y TA fueron máximas y posteriormente disminuyeron a 4.6×10^5 cél/mL, con excepción del tratamiento a 24°C en la clase de talla mayor. A estas concentraciones, ocurrió la producción de pseudoheces, observándose incluso la interrupción de la actividad alimenticia en una de las repeticiones a la mayor concentración probada.

La TF más alta en donde no ocurrió la producción de pseudoheces, se obtuvo a 2.05×10^5 cél/mL. Sin embargo, esta no fue estadísticamente diferente de los tratamientos 0.61×10^5 y 0.87×10^5 cél/mL, en ambas clases de talla a 19°C , ni tampoco en organismos de 46.1 ± 2.2 mm a 24°C .

La TA varió inversamente proporcional con la concentración de partículas, obteniéndose los máximos valores sin producir pseudoheces, entre 0.32×10^5 y 0.87×10^5 cél/mL de todos los tratamientos. Solo en la temperatura de 19°C , se obtuvo un incremento de la TA en la concentración de 2.71×10^5 cél/mL.

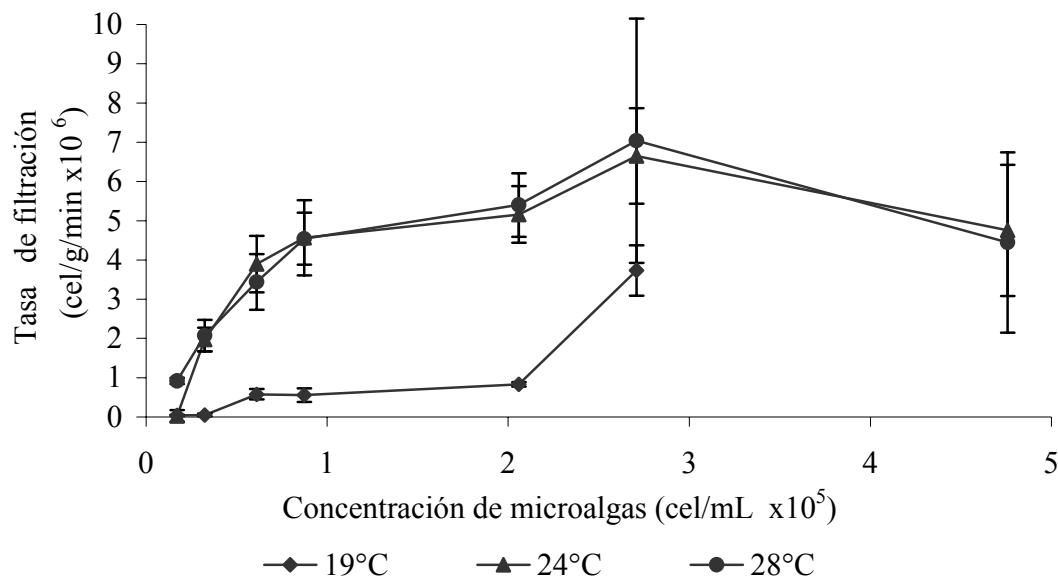


Figura 11. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a diferentes temperaturas y concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$.

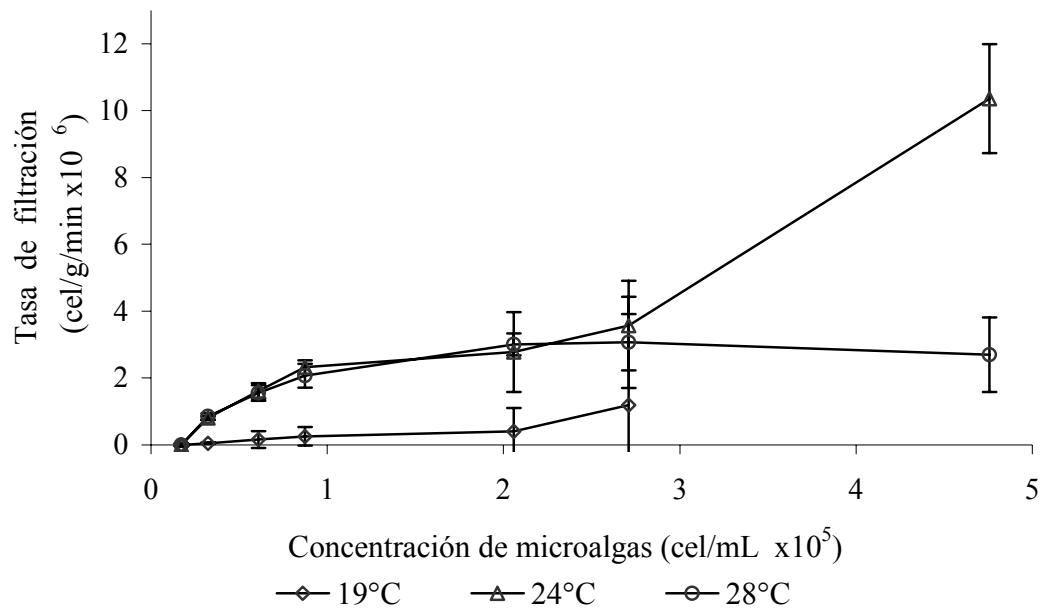


Figura 12. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a diferentes temperaturas y concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$.

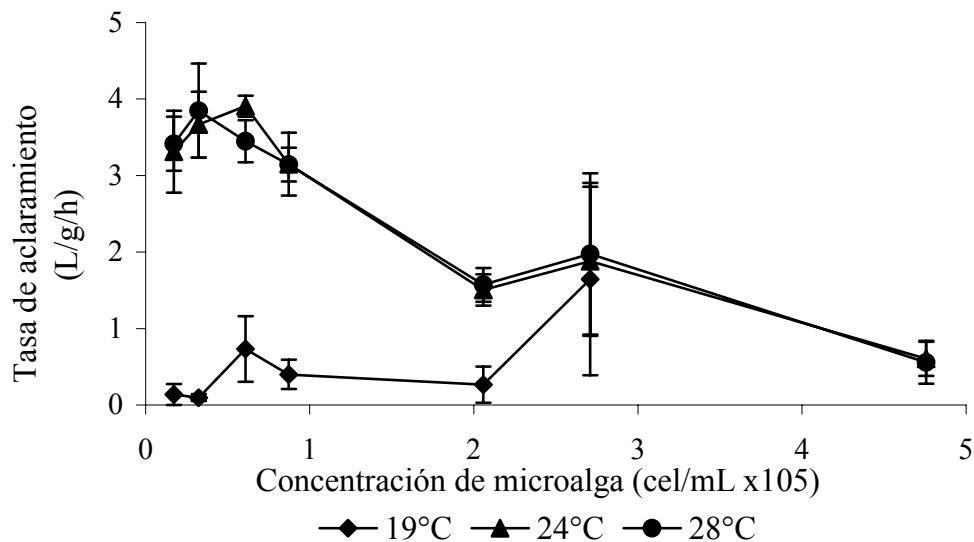


Figura 13. Tasa de aclaramiento de *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a diferentes temperaturas y concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$.

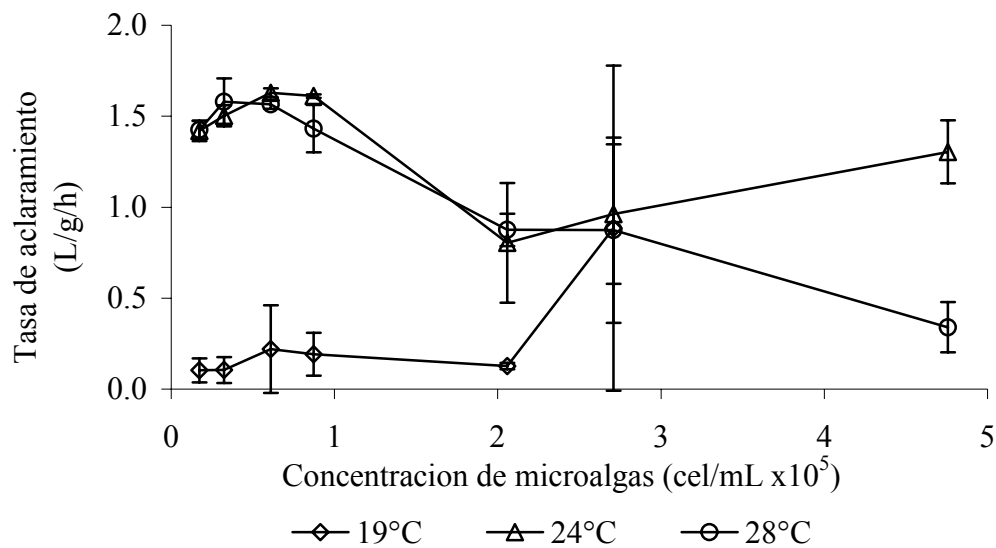


Figura 14. Tasa de aclaramiento de *Nodipecten subnodosus*, de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a diferentes temperaturas y concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 12$

7.2.5 Tasa de filtración al promedio de siete concentraciones microalgales por temperatura, en *Nodipecten subnodosus*.

El promedio de las TF a las siete concentraciones de microalgas probadas por temperatura, en *N. subnodosus* de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm de altura, se muestra en las Figuras 15 y 16. En ambas Figuras se observa que la TF es superior a 24 y 28 °C que a 19 °C. Los ANDEVA (Tablas 14 y 16) indican diferencias significativas entre las TF promedio a una $P < 0.05$. La prueba de Tukey (Tablas 15 y 17) muestra que en los organismos más pequeños, la TF es similar a 24 y 28 °C, pero diferente a 19 °C. En las almejas de 65.1 ± 1.9 mm de altura, las TF promedio fueron estadísticamente diferentes a las tres temperaturas, siendo el valor más elevado a 24 °C.

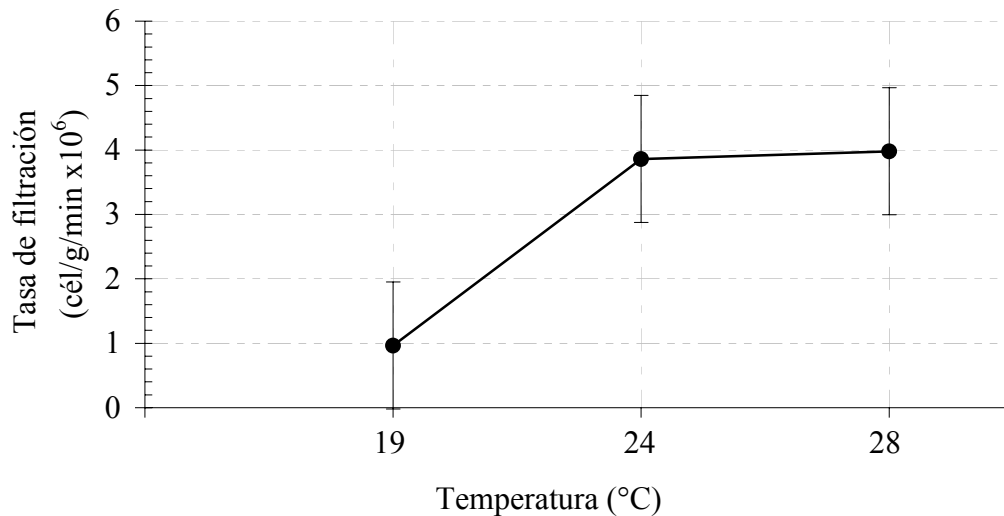


Figura 15. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a tres temperaturas y bajo el promedio de siete concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm el error típico. $n = 84$

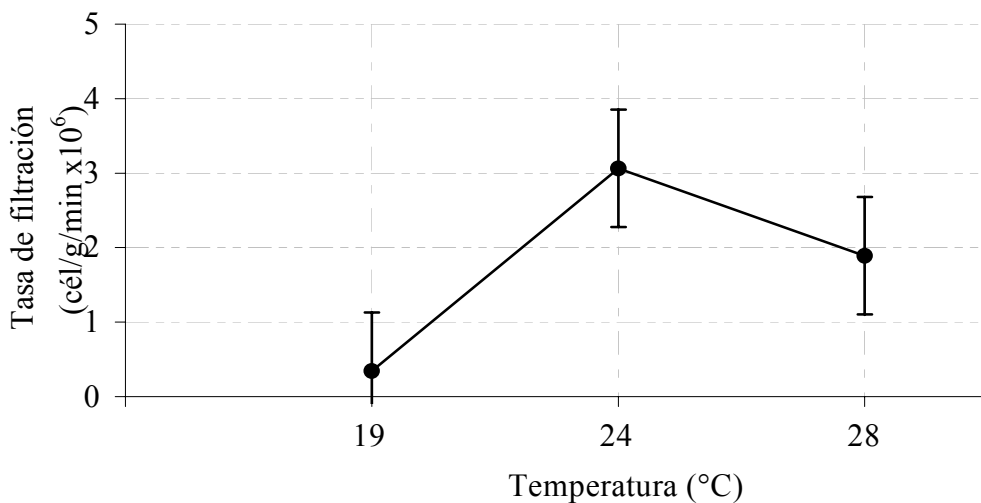


Figura 16. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a tres temperaturas y bajo el promedio de siete concentraciones de *Isochrysis galbana*. Los puntos son la media \pm el error típico. $n = 84$

Tabla 14. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a tres temperaturas (19, 24 y 28 °C), y el promedio de siete concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	3.7×10^{14}	2	1.9×10^{14}	29.15	0.0000
En los grupos	1.4×10^{15}	213	6.4×10^{12}		
Total	1.7×10^{15}	215			

Tabla 15. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a tres temperaturas (19, 24 y 28 °C), y el promedio de siete concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Temperaturas (°C)	N	Medias	Grupos homogéneos
19	57	9.9×10^5 b	X
24	80	3.9×10^6 a	X
28	79	4.0×10^6 a	X
			b a

Tabla 16. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a tres temperaturas (19, 24 y 28 °C), y el promedio de siete concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	2.3×10^{14}	2	1.1×10^{14}	26.21	0.0000
En los grupos	9.7×10^{14}	225	4.3×10^{12}		
Total	1.2×10^{15}	227			

Tabla 17. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a tres temperaturas (19, 24 y 28 °C), y el promedio de siete concentraciones de microalgas (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL).

Temperaturas (°C)	N	Medias	Grupos homogéneos
19	66	3.7×10^5 c	X
28	81	1.9×10^6 b	X
24	81	2.9×10^6 a	X
			c b a

7.2.6 Tasa de filtración promedio a tres temperaturas por concentración microalgal, en *Nodipecten subnodosus*.

El análisis integrado de TF por concentración de microalgas independientemente de la temperatura en ejemplares de almeja mano de león de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm de altura, se muestra en las Figuras 17 y 18 respectivamente. La TF en organismos de 4.5 cm (Figura 17), es dependiente de la concentración de microalgas hasta 2.71×10^5 cél/mL, en donde aumenta a 5.9×10^6 cél/g/min. Posteriormente, en la concentración más alta (4.71×10^5 cél/mL), la TF sufre una caída a 4.6×10^6 cél/g/min. Los organismos de 6.5 cm (Figura 18), mantuvieron una TF totalmente dependiente de la concentración de microalgas. Esta, se mantuvo estable a aproximadamente 2.1×10^6 cél/g/min, a 2.05×10^5 cél/mL. Posteriormente se observó un incremento de 6.5×10^6 cél/g/min, en la mayor concentración probada. Sin embargo, a esa concentración se observó producción de pseudoheces. En la comparación entre las dos clases de talla se observó que los organismos más pequeños mantuvieron una TF más elevada que los más grandes, en todas las concentraciones. Este caso solo fue inverso, en la concentración más elevada. Los ANDEVA (Tablas 18 y 20) indican diferencias significativas entre concentraciones ($P < 0.05$) en ambas clases de talla, y el análisis de Tukey muestra un patrón claro de grupos homogéneos (Tablas 19 y 21). La TF máxima obtenida antes de que se observara la

producción de pseudoheces fue de 2.05×10^5 cél/g/min. Sin embargo, la TF a esta concentración fue similar a la obtenida a 0.87×10^5 cél/mL según la prueba de Tukey.

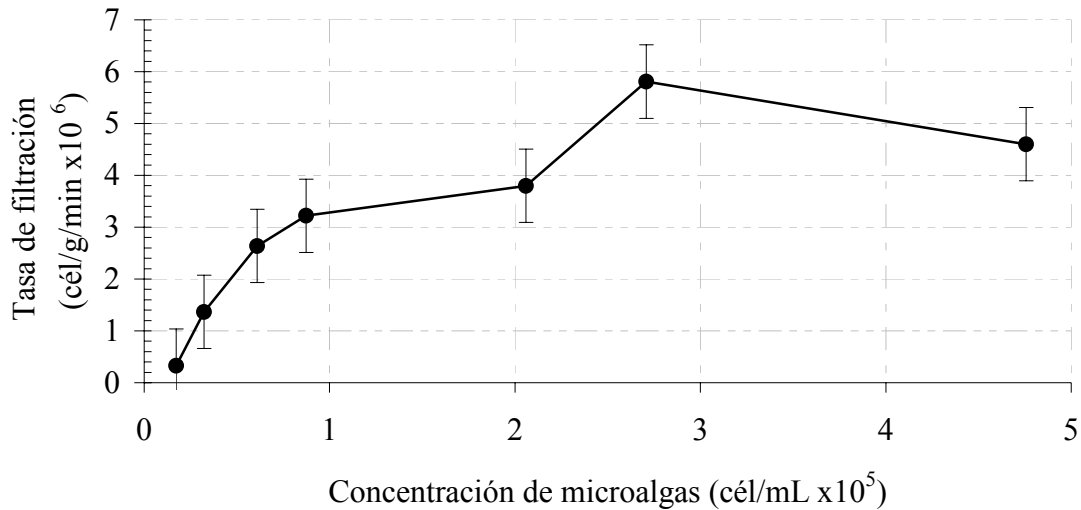


Figura 17. Tasas de filtración promedio obtenidas a las tres temperaturas por concentración microalgal, en *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura. Los puntos son la media \pm el error típico. $n = 36$.

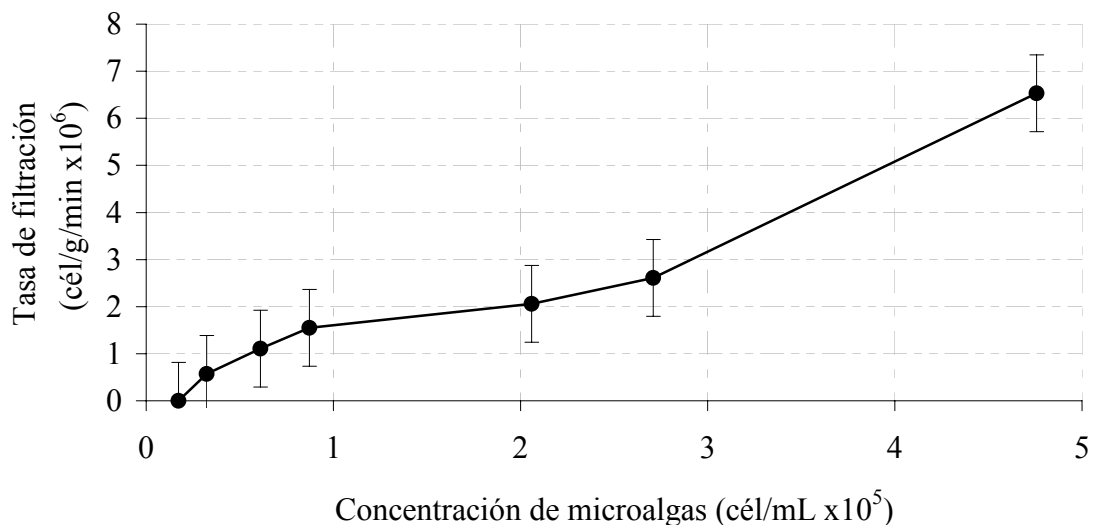


Figura 18. Tasas de filtración promedio obtenidas a las tres temperaturas por concentración microalgal en *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura. Los puntos son la media \pm el error típico. $n = 36$.

Tabla 18. Análisis de varianza practicado a los resultados de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL), y bajo el promedio de tres temperaturas (19, 24 y 28 °C).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	5.8×10^{14}	6	9.7×10^{13}	17.73	0.0000
En los grupos	1.1×10^{15}	209	5.5×10^{12}		
Total	1.7×10^{15}	215			

Tabla 19. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL), y bajo el promedio de tres temperaturas (19, 24 y 28 °C).

Concentración	N	Medias	Grupos homogéneos
0.17×10^5	32	7.1×10^5 d	X
0.32×10^5	31	1.5×10^6 d	X
0.61×10^5	35	2.7×10^6 c	X
0.87×10^5	33	3.5×10^6 bc	XX
2.05×10^5	35	3.9×10^6 b	X
4.76×10^5	16	4.6×10^6 ab	XX
2.71×10^5	34	5.9×10^6 a	X
			d c b a

Tabla 20. Análisis de varianza aplicado a los resultados de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL), y bajo el promedio de tres temperaturas (19, 24 y 28 °C).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	5.8×10^{14}	6	9.6×10^{13}	34.31	0.0000
En los grupos	6.2×10^{14}	221	2.8×10^{12}		
Total	1.2×10^{15}	227			

Tabla 21. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada a los resultados de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a siete concentraciones de *Isochrysis galbana* (entre 0.17×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL), y bajo el promedio de tres temperaturas (19, 24 y 28 °C).

Concentración	N	Medias	Grupos homogéneos
0.17×10^5	34	2.9×10^5 f	X
0.32×10^5	36	5.7×10^5 ef	XX
0.61×10^5	34	1.2×10^6 de	XX
0.87×10^5	35	1.6×10^6 cd	XX
2.05×10^5	35	2.1×10^6 bc	XX
2.71×10^5	36	2.6×10^6 b	X
4.76×10^5	18	6.5×10^6 a	X
			f e d c b a

7.2.7 Análisis integrado de la tasa de filtración en *Nodipecten subnodosus*, a diferentes concentraciones microalgales y temperaturas.

Las TF a diferentes concentraciones microalgales y temperaturas en almeja mano de león, de 46.1 ± 2.2 y 65.1 ± 1.9 mm de altura se presentan en las Figuras 19 y 20. En estas Figuras se pueden observar superficies de respuesta construidas con la ayuda del programa Statistica 6.0, las cuales muestran patrones distintos entre clases de talla. La superficie que modela la TF de los organismos de 46.1 ± 2.2 mm (Figura 19) ante diferente temperatura y concentración de microalgas, muestra una tendencia dependiente hasta 27 °C y 2.7×10^5 cél/mL, para ambos factores respectivamente y posteriormente decrece a concentraciones mayores. El modelo para organismos de 65.1 ± 1.9 mm (Figura 20), mostró una tendencia dependiente entre todas las concentraciones empleadas (de 0.17×10^5 hasta 4.76×10^5 cél/mL). Para el factor temperatura mostró tendencia dependiente hasta 25 °C. Posteriormente se observó una tendencia negativa a temperaturas mayores.

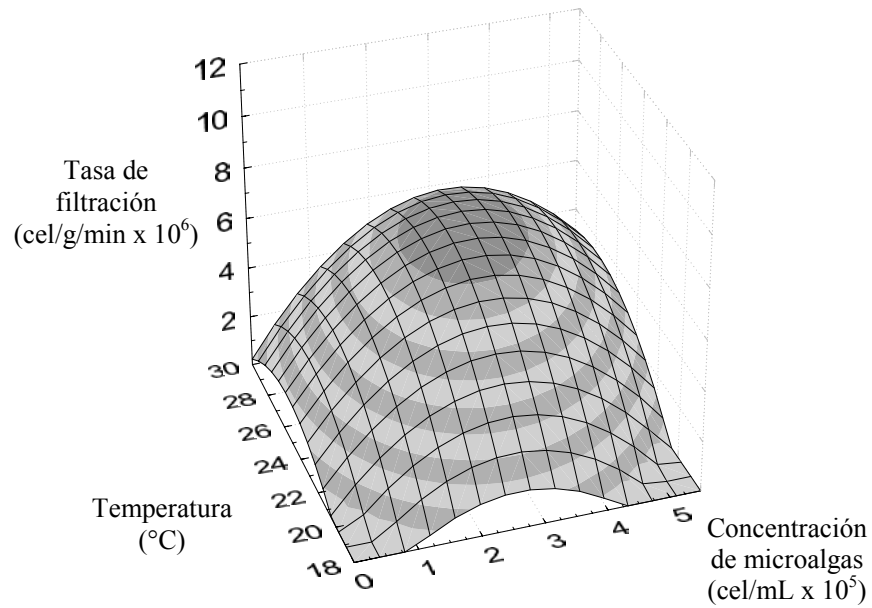


Figura 19. Superficie de respuesta que modela la tasa de filtración de la almeja *Nodipecten subnodosus* de 46.1 ± 2.2 mm de altura, a las diferentes temperaturas y concentraciones de partículas estudiadas.

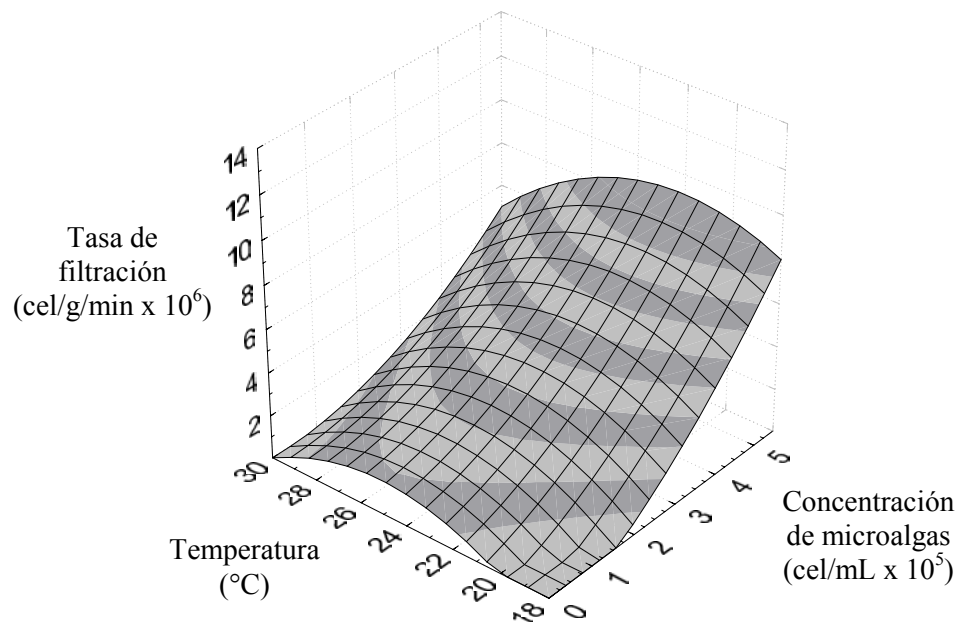


Figura 20. Superficie de respuesta que modela la tasa de filtración de la almeja *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm de altura, a las diferentes temperaturas y concentraciones de partículas estudiadas.

7.2.8. Eficiencia de retención de *Nodipecten subnodosus* a dos clases de talla, en función de la concentración microalgal y de la temperatura.

En la Figura 21 se muestran las concentraciones celulares suministradas y las obtenidas a las salidas de las cámaras experimentales, a diferentes concentraciones de *Isochrysis galbana* y temperaturas. Aquí se puede observar que a 24 y 28 °C, la retención de partículas fue casi total entre 0.17×10^5 y 0.87×10^5 cél/mL. Posteriormente ocurrió una elevación gradual de microalgas no filtradas en los tratamientos a concentraciones mayores. Fue notable la alta capacidad de retención de partículas de las almejas de 65.1 ± 1.9 mm en el tratamiento a 24 °C, las cuales fueron capaces de reducir la concentración de partículas, de la concentración probada más alta (4.7×10^5 cél/mL), a aproximadamente 1×10^5 cél/mL. Esta reducción posiblemente se debió a la producción de pseudoheces, lo cual fue evidente a partir de 2.7 cél/mL. A 19 °C una gran parte de las microalgas suministradas no fueron retenidas.

Con estos resultados se calculó la eficiencia de retención de partículas (Figura 22) en todos los tratamientos, a un gasto de 60-70 mL/min. Aquí se puede observar que los organismos 65.1 ± 1.9 mm retuvieron las partículas con mayor eficiencia con respecto a los de 46.1 ± 2.2 mm, reteniendo entre el 94 y el 90% del total de las microalgas suministradas de la concentración de 0.61×10^5 cél/mL, a temperaturas de 24 y 28 °C respectivamente. Los organismos de 46.1 ± 2.2 mm retuvieron un máximo de 83 y 89% a las concentraciones 0.61×10^5 y 0.32×10^5 cél/mL respectivamente. A 19 °C, los organismos de 46.1 ± 2.2 mm mostraron una eficiencia de retención entre el 2 y el 16% dentro de un intervalo de concentración entre 0.17×10^5 y 2.05×10^5 cél/mL. A esta temperatura, las almejas de 65.1 ± 1.9 mm, la eficiencia de retención fue de 7 a 12% en el mismo intervalo de concentraciones probadas.

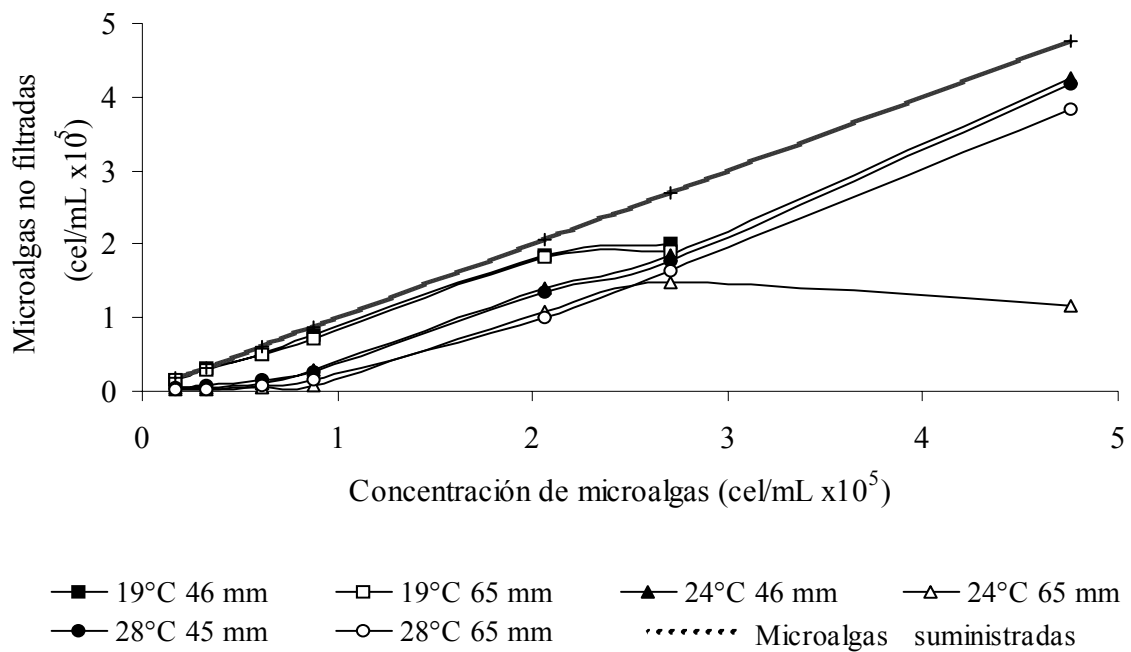


Figura 21. Microalgas suministradas y las no filtradas por ejemplares de *Nodipecten subnodosus* de dos clases de talla, a diferentes temperaturas, concentraciones de *Isochrysis galbana* y a un gasto de 60-70 mL/min. Los valores son el promedio de $\bar{n} = 12$.

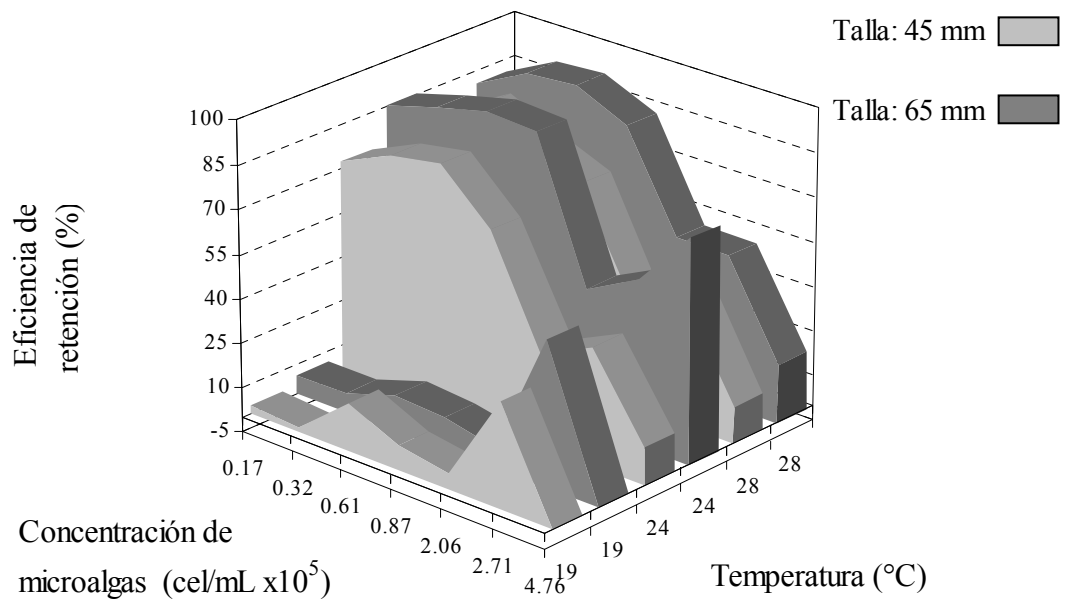


Figura 22. Eficiencia de retención de partículas (%) en *Nodipecten subnodosus*, a dos tallas, tres temperaturas y siete concentraciones de *Isochrysis galbana*.

7.3 Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus*, a temperatura constante y concentraciones estables y fluctuantes de *Isochrysis galbana*.

En la Figura 23 se muestra la TF de almeja mano de león de 65.1 ± 1.9 mm de altura, expuestas a un suministro inicial de *I. galbana* a concentraciones variables durante 37.5 h, seguido por un período igual de alimentación a concentración estable. En esta figura se observan grandes variaciones en la TF durante el período de suministro variable, con una TF promedio de $1.1 \pm 0.1 \times 10^5$ cél/g/min. Posteriormente, la TF se estabilizó a un promedio de $0.7 \pm 0.06 \times 10^5$ cél/g/min, una vez que la concentración del alimento suministrado fue estable.

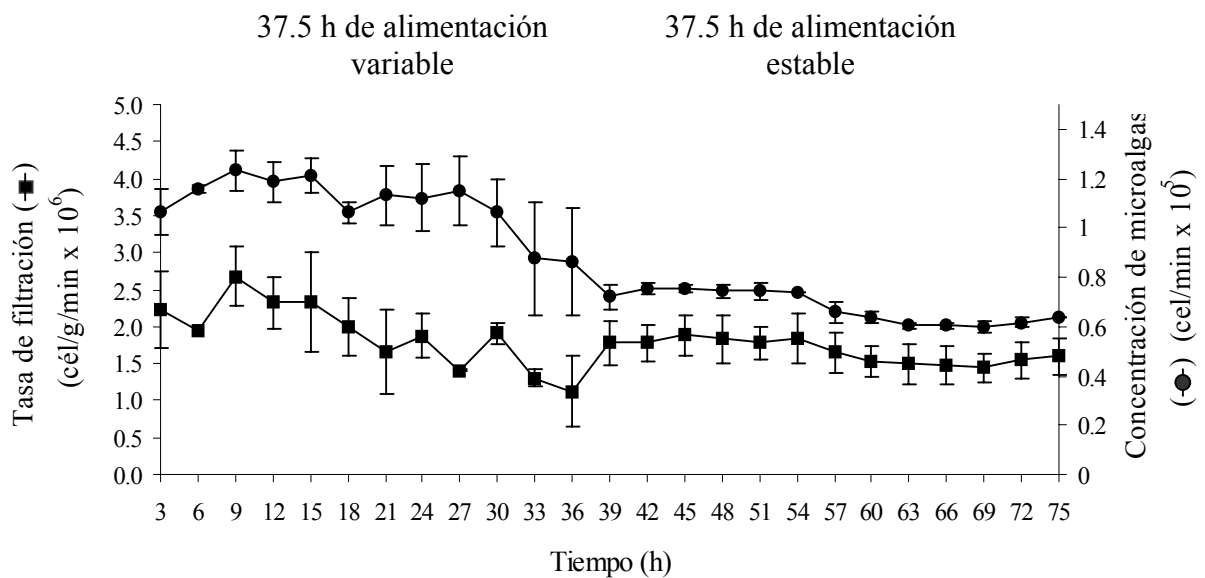


Figura 23. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 65.1 ± 1.9 mm a 24.5 °C, expuestas a un período de 37.5 h de suministro variable de *Isochrysis galbana* y otro constante. Los puntos son la media \pm la desviación estándar. $n = 3$.

7.4 Efecto de la temperatura variable, sobre la tasa de filtración en la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*.

En las Figuras 24 y 25 se presentan los resultados de dos experimentos de 75 h de duración, exponiendo ejemplares de 63.8 ± 1.8 mm de altura de almeja mano de león, a dos tratamientos de temperatura variable de 24 ± 4 °C en ciclos de 12 y 24 h respectivamente. Durante los experimentos se suministró *Isochrysis galbana* a una concentración de 0.9 ± 0.2 cél/mL. En estas figuras se observa que los patrones de variación de las TF de almeja mano de león fueron diferentes entre repeticiones. A pesar de esto, es evidente que la TF fue afectada por la temperatura variable en todas las repeticiones y tratamientos, principalmente durante las primeras 36 h, obteniéndose aproximadamente el doble de picos y valles de TF que los de temperatura. Después de las 36 h, se observó que las TF se volvieron independientes de la temperatura (aclimatación) en ambos tratamientos, siendo más elevada en el tratamiento de mayor frecuencia, en este período.

En las Figuras 26 y 27 se presentan las TF promedio de las tres repeticiones por tratamiento. En estas se confirman los hallazgos mencionados observándose la aclimatación de las TF conforme transcurrió el tiempo. En la Tabla 22 se muestran los coeficientes de correlación (r) por repetición y de los promedios en ambos tratamientos, relacionando temperatura vs. TF durante el período completo de experimentación (0 – 72 h) y en el período previo al de aclimatación (0 – 36 h) en donde se registró mayor variabilidad. Los resultados muestran valores de r bajos, indicando que los patrones de variación de TF no coincidieron con los de temperatura.

Los análisis de varianza para ambos tratamientos (Tablas 24 y 26) muestran diferencias significativas entre repeticiones. La prueba de Tukey (Tabla 25) indica que las repeticiones 1 y 3 son similares entre sí, pero diferentes a la 2, en el tratamiento de menor frecuencia, mientras que en el de mayor frecuencia (Tabla 27), las repeticiones 1 y 2 son diferentes estadísticamente entre sí, pero similares con respecto a la 3.

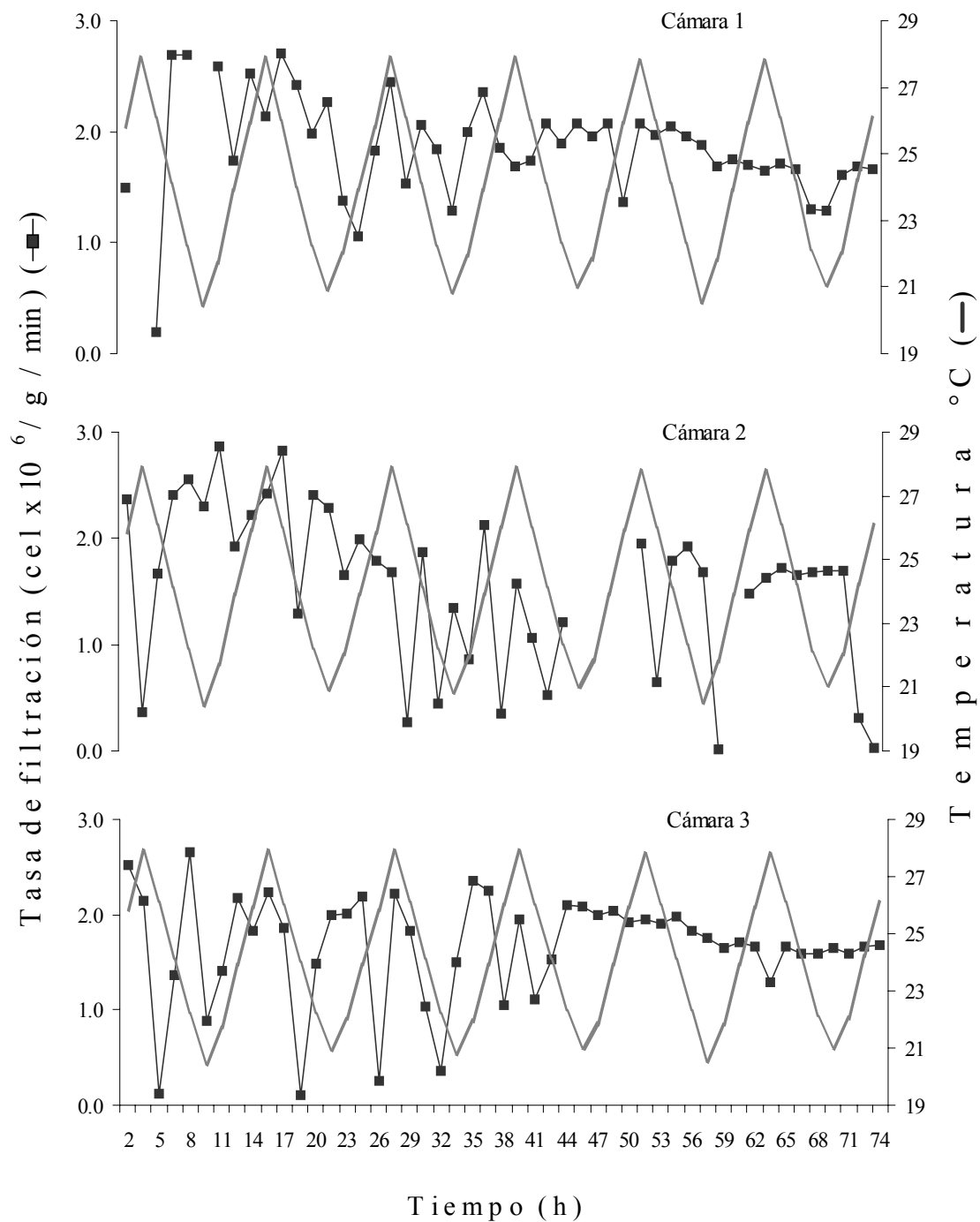


Figura 24. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 63.8 ± 1.8 mm de altura en cada cámara de incubación, expuestos a un régimen de alimentación continua de $0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL de *Isochrysis galbana* y temperatura variable de 24 ± 4 °C/12 h.

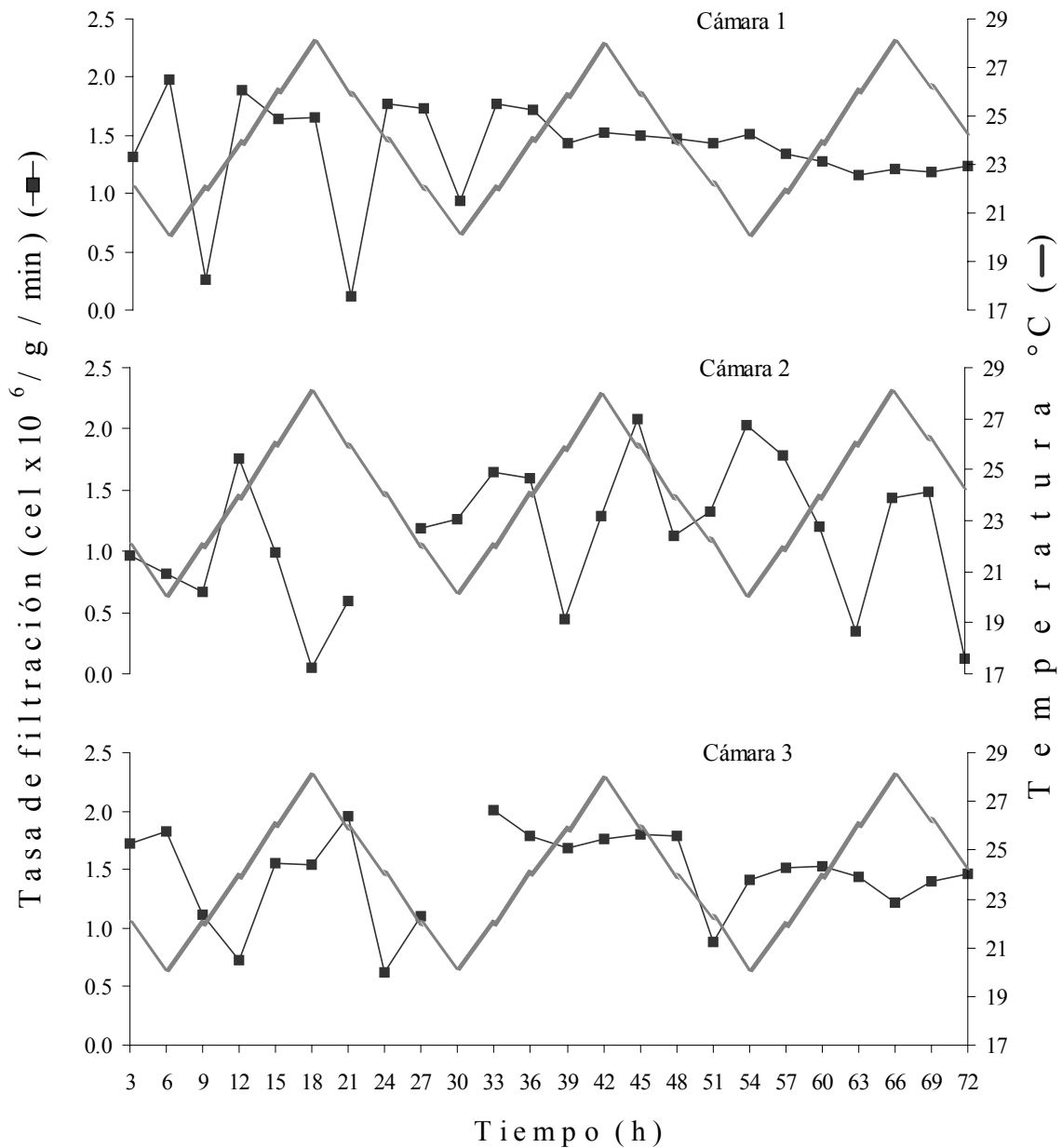


Figura 25. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 63.8 ± 1.8 mm de altura en cada cámara de incubación, expuestos a un régimen de alimentación continua de $0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL de *Isochrysis galbana* y temperatura variable de 24 ± 4 °C/ 24 h.

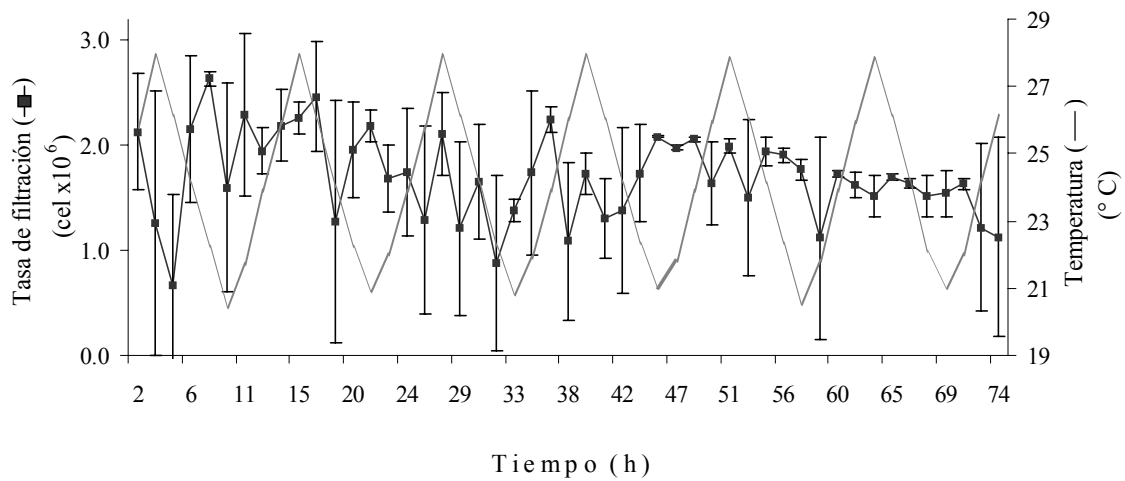


Figura 26. Tasa de filtración promedio de *Nodipecten subnodosus* de 63.8 ± 1.8 mm de altura, expuesta a un régimen de alimentación continua de $0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL de *Isochrysis galbana* y temperatura variable de 24 ± 4 °C/12 h. Los valores son el promedio \pm la desviación estándar de tres repeticiones.

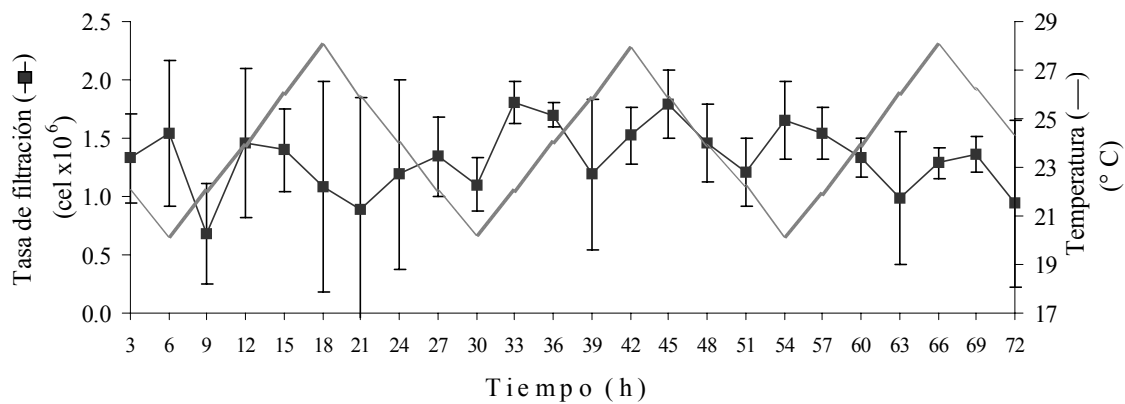


Figura 27. Tasa de filtración promedio de *Nodipecten subnodosus* de 63.8 ± 1.8 mm de altura, expuesta a un régimen de alimentación continua de $0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL de *Isochrysis galbana* y temperatura variable de 24 ± 4 °C/ 24 h. Los valores son el promedio \pm la desviación estándar de tres repeticiones.

Tabla 22. Coeficientes de correlación (r) entre la tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 63.8 ± 1.8 mm de altura, vs. temperatura, expuestos a dos tratamientos de fluctuaciones térmicas durante el período total de experimentación (0-72 h), y durante el período de aclimatación de la TF (36-72 h). Los r se muestran por cada una de las repeticiones y por el promedio de las tres repeticiones por tratamiento.

Tratamiento	Coeficientes de correlación en período completo (0 – 72 h)				Coeficientes de correlación período previo al de aclimatación (0 -36 h)			
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3	Promedio	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3	Promedio
24 ± 4 °C /12 h	-0.003	-0.091	-0.043	-0.081	-0.024	-0.134	0.106	-0.035
24 ± 4 °C /24 h	0.353	-0.057	-0.013	0.046	0.199	0.183	-0.096	0.173

En la Tabla 23 se muestran los valores promedio, máximos y mínimos de TF en ambos tratamientos durante todo el experimento y durante el período de aclimatación a partir de las 36 h de experimentación. Durante las 72 h de experimentación, se obtuvieron mayores TF promedio y máxima en el tratamiento de mayor frecuencia que en el de menor frecuencia. Sin embargo, la TF mínima fue similar en ambos tratamientos. Este mismo patrón se observó en el período de las 36 -72 h pero aquí, los valores promedio y máximos fueron más elevados y las desviaciones estándar más bajas que durante todo el experimento.

Tabla 23. Tasa de filtración promedio, máxima y mínima en *Nodipecten subnodosus* (63.8 ± 1.8 mm de altura), expuesta a dos tratamientos de temperatura fluctuante durante todo el experimento (0 - 72h) y durante el período de 36-72 h

Tratamiento	Tasa de filtración en período completo (0 -72 h) (cél/g/min x 10^6)			Tasa de filtración en el período de 36-72 h (cél/g/min x 10^6)		
	Promedio	Máxima	Mínima	Promedio	Máxima	Mínima
24 ± 4 °C/12h	1.7 ± 0.41	2.6	0.66	1.64 ± 0.27	2.1	1.12
24 ± 4 °C/24h	1.3 ± 0.28	1.8	0.68	1.4 ± 0.25	1.8	0.94

Tabla 24. Análisis de varianza practicado a las tres repeticiones de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 63.8 ± 1.8 mm de altura, bajo un tratamiento de fluctuaciones térmicas de alta frecuencia (24 ± 4 °C/12 h), durante 72 h. Los organismos fueron alimentados con *Isochrysis galbana* ($0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL) de manera continua.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	1.3×10^{12}	2	6.7×10^{11}	3.03	0.0552
En los grupos	1.5×10^{13}	67	2.2×10^{11}		
Total	1.6×10^{13}	69			

Tabla 25. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicado a las tres repeticiones de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 63.8 ± 1.8 mm de altura, bajo un tratamiento de fluctuaciones térmicas de alta frecuencia (24 ± 4 °C/12 h), durante 72 h. Los organismos fueron alimentados con *Isochrysis galbana* ($0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL) de manera continua.

Repetición	N	Medias	Grupos homogéneos
2	23	1.1×10^6 b	X
1	24	1.4×10^6 ab	XX
3	23	1.4×10^6 a	X
			b a

Tabla 26. Análisis de varianza practicado a las tres repeticiones de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 63.8 ± 1.8 mm de altura, bajo un tratamiento de fluctuaciones térmicas de baja frecuencia (24 ± 4 °C/24 h), durante 72 h. Los organismos fueron alimentados con *Isochrysis galbana* ($0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL) de manera continua.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F	P
Entre grupos	2.2×10^{12}	2	1.1×10^{12}	2.97	0.0547
En los grupos	5.1×10^{13}	137	3.7×10^{11}		
Total	5.3×10^{13}	139			

Tabla 27. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicado a las tres repeticiones de tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 63.8 ± 1.8 mm de altura, bajo un tratamiento de fluctuaciones térmicas de baja frecuencia (24 ± 4 °C/24 h), durante 72 h. Los organismos fueron alimentados con *Isochrysis galbana* ($0.9 \pm 0.2 \times 10^5$ cél/mL) de manera continua.

Repetición	N	Medias	Grupos homogéneos
2	44	1.6×10^6 b	X
3	49	1.7×10^6 ab	XX
1	47	1.9×10^6 a	X
			b a

7.5 Efecto del fotoperíodo, sobre la tasa de filtración en la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*.

En la Figura 28 se muestran los resultados de TF de almeja mano de león de 66.2 ± 0.36 mm de altura a 24°C , alimentadas con $0.7 \pm 0.06 \times 10^5$ cél/mL de *Isochrysis galbana* y expuestas durante 36 h a períodos alternados de 3 h luz (420 lux)-oscuridad. En esta figura se aprecia que la TF se mantuvo constante a lo largo del experimento. La prueba de *T*-student ($T_{(34)} = 0.347$) mostró que no existen diferencias significativas entre períodos de luz-oscuridad ($P > 0.05$). La TF promedio durante este experimento fue de $1.72 \pm 0.1 \times 10^6$ cél/g/min.

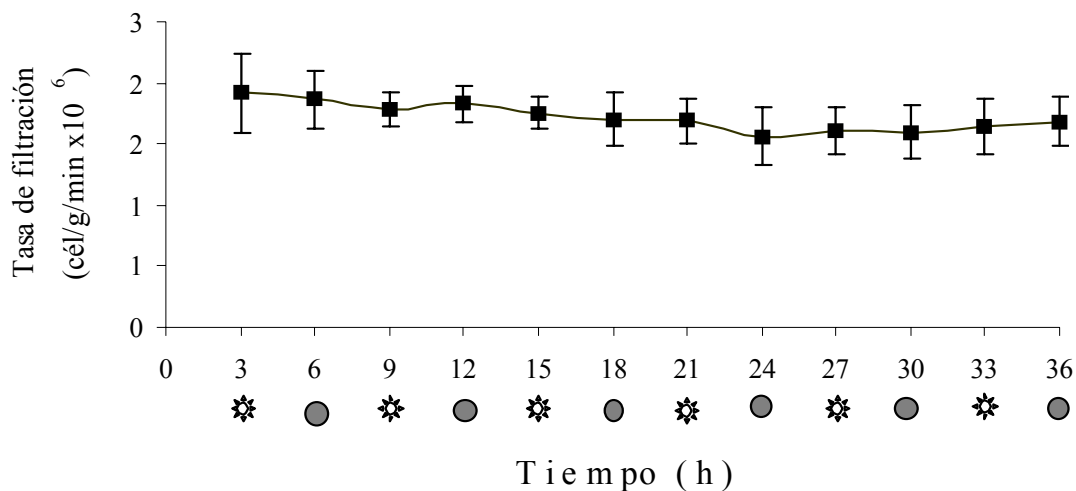


Figura 28. Tasa de filtración de *Nodipecten subnodosus* de 66.2 ± 0.36 mm de altura a 24°C , alimentados con $0.7 \pm 0.06 \times 10^5$ cél/mL de *Isochrysis galbana* y expuestos durante 36 h a períodos alternados de 3 h luz (420 lux)-oscuridad. Los valores son la media \pm la desviación estándar de tres repeticiones.

VIII.- DISCUSIÓN

En este trabajo se ha realizado un estudio integral sobre los factores más importantes que influyen sobre las tasas de filtración y de aclaramiento en la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*). Con el propósito de comparar los resultados del presente estudio con otros trabajos publicados, se realizó una revisión bibliográfica (Tablas 28, 29 y 30 de Anexos) sobre filtración y aclaramiento en bivalvos.

El sistema experimental empleado mostró ser adecuado para el estudio de las tasas de alimentación en bivalvos. Muchos estudios sobre este tema han empleado cámaras cerradas, midiendo el consumo de las partículas suspendidas en un tiempo determinado. En virtud de que las tasas de filtración dependen de la concentración del alimento, y que la relación entre estos dos factores no es lineal, Coughlan (1969) propuso el uso de una ecuación de corrección para hacer los cálculos. Winter (1973) por su parte propuso un método para determinar tasa de filtración a través de la reposición de las microalgas consumidas por el organismo de manera instantánea, de tal forma que las variaciones de TF producidas por el consumo son eliminadas. En ese caso el consumo sería equivalente a la cantidad de partículas repuestas en la cámara de incubación. Ambos métodos presentan la desventaja de que al no renovarse el medio en un período de tiempo corto, puede ocurrir acumulación de metabolitos tóxicos como el amonio que pudiesen alterar el estado del organismo y sus tasas fisiológicas. El sistema experimental empleado aquí elimina este problema, al renovar el volumen total de la cámara en solamente 20 minutos, permitiendo hacer estudios de largo plazo para determinar el efecto crónico de algunos factores como la concentración de partículas, la temperatura oscilante, el fotoperíodo, etc. sobre las tasas de filtración. Por ejemplo, en el presente trabajo se logró estudiar la influencia de la concentración de partículas sobre la TF, la continuidad o discontinuidad de la alimentación en la almeja mano de león, la capacidad de aclimatación ante condiciones fluctuantes de temperatura, y el efecto del fotoperíodo sobre las TF, lo cual no hubiese sido posible empleando cámaras cerradas. La aplicación de este sistema podría ser ampliado a otros grupos zoológicos filtro-alimentadores.

De acuerdo a la literatura, existe controversia respecto a si la actividad de filtración en moluscos es constante ante condiciones estables en el medio ambiente. Hay autores que afirman que los moluscos son filtro-alimentadores continuos, como Winter (1973) que menciona que la tasa de alimentación depende de la concentración de partículas, y puede mantenerse constante si la concentración es constante. Riisgaard y Møehlenberg (1979) encontraron que a concentraciones de 0.18 mg/L y bajo condiciones ambientales estables, *Mytilus edulis* filtra continuamente por 20 horas. Palmer (1980) citado en Shumway (1991), encontró que *Argopecten irradians* es un consumidor continuo. Sin embargo, Mathers (1976), indica que la actividad alimenticia de *Pecten maximus* es cíclica en respuesta a los cambios de flujos de mareas. Los resultados de Mathers posiblemente se deban a los cambios en el flujo de agua producidos por las mismas mareas. Nelson (1925, 1933) citado en Morton (1971) mostró que *Crassostrea virginica* no se alimenta después de la media noche y parte del amanecer. Brown (1954) y Brown *et. al.* (1956) citados en Morton (1971) mostraron que *C. virginica* posee ritmos de actividad que pueden estar relacionados con el día y la noche y ciclos de mareas. Los resultados del presente trabajo indican que *N. subnodosus* es un filtro-alimentador continuo, capaz de mantener su TF constante durante 75 horas a temperatura, concentración de partículas y flujo estables, tal como se había planteado en la hipótesis.

Con respecto a la influencia de las concentraciones celulares en suspensión sobre la TF, en este trabajo se pudo concluir que la concentración óptima para *N. subnodosus* fue de 0.87×10^5 cél/mL. Esta concentración es similar a la mencionada por Robles-Mungaray (2001), quien manifiesta que la concentración de partículas que mejor promueve la maduración reproductiva en esta especie es de 0.8×10^5 cél/mL de *I. galbana*, *Chaetoceros gracilis*, *Ch. calcitrans* y *Dunaliella tertiolecta*.

La TF fue dependiente de la concentración de partículas, tal como se había planteado en la hipótesis. Este comportamiento es común en organismos filtro-alimentadores en un rango

de concentración específica (Owen, 1974; Bayne, 1976; Shumway, 1991). En este trabajo, los valores más altos de filtración sin producción de pseudoheces, se obtuvieron a 0.87×10^5 cél/mL, incrementándose ligeramente hasta la concentración de 2.05×10^5 cél/mL, y posteriormente se volvió independiente a partir de 2.71×10^5 cél/mL. A partir de esta concentración, se observó la formación de pseudoheces en todas las repeticiones e incluso en algunas se observó la inhibición de la actividad alimenticia en la concentración máxima de partículas probada (4.76×10^5 cél/mL). Este mismo comportamiento lo observó Cerón-Ortiz (2000) en la misma especie, donde al proporcionar concentraciones de 3.0×10^5 y 4.5×10^5 cél/mL encontró una gran cantidad de microalgas no filtradas después de 24 horas. En la concentración de 4.5×10^5 cél/mL registró producción de pseudoheces, mientras que a 2.0×10^5 cél/mL observó una actividad alimenticia normal. Esto nos permite concluir que 2.7×10^5 cél/mL, es la concentración de partículas más alta para *N. subnodosus*, antes de que ocurra el rechazo de alimento en forma de pseudoheces, como estrategia para controlar el excedente de alimento, en todas las temperaturas aquí experimentadas.

La concentración óptima de partículas puede modificarse en función de la velocidad de la corriente. Parés-Sierra (1996) y García-Esquivel *et. al.* (2000), encontraron un mayor crecimiento de *N. subnodosus*, de 7.7 mm, a concentraciones de alimento de 0.33×10^5 y 0.66×10^5 cél/mL y velocidades de flujo de 5 y 10 cm/s. Parés-Sierra (1996) menciona que la TA en esta especie es inhibida a 1.0×10^5 cél/mL, la cual es una concentración parecida a la óptima de este trabajo (0.87×10^5 cél/mL). Esto puede deberse a la alta velocidad de la corriente empleada por esos autores, la cual incrementa la probabilidad de encuentro entre la almeja y las partículas alimenticias.

La capacidad de producción de pseudoheces parece depender de la talla del individuo. En la mayoría de los tratamientos, las TF y TA fueron mayores en los organismos de menor talla. Sin embargo, en el tratamiento a la concentración de 4.76×10^5 cél/mL a 24 °C, las TF y TA fueron mayores en los organismos más grandes por su capacidad de producción de pseudoheces.

En este trabajo se encontró que la eficiencia de retención de *N. subnodosus* fue independiente de la concentración de partículas, siendo mayor entre 0.17×10^5 y 0.87×10^5 cél/mL en todos los tratamientos a un flujo de 60-70 mL/min, removiendo entre el 80-90% de las partículas suspendidas. Esto indica que por lo menos entre el 80 y el 90% del volumen de agua que entró a las cámaras, efectivamente estuvo en contacto con los organismos, y por lo tanto, una caída en el porcentaje de retención, resultante del incremento en la densidad celular, realmente reflejó la incapacidad de los organismos por retener una mayor cantidad de partículas disponibles a su alrededor, cayendo hasta un 35 y 51 % en ambas tallas, en las concentraciones de 2.71×10^5 y 4.76×10^5 cél/mL. Como era de esperarse, la eficiencia de retención fue más elevada en los organismos más grandes, posiblemente por poseer una mayor área branquial. Palmer y Williams (1980) en Shumway (1991), encontraron que *Argopecten irradians concentricus* fue más eficiente al retener partículas menores de $3.4 \mu\text{m}$ a altas concentraciones (6.1 mg/L) que a bajas (0.9 mg/L), mientras que en *Crassostrea virginica* se observó un efecto inverso.

Las TF óptimas obtenidas apoyan la conclusión de que las raciones de alimento donde estos organismos no desperdician alimento son de 4.5×10^6 y 2.1×10^6 cél/g/min en almejas de 46 y 65 mm respectivamente, bajo una concentración de alimento cercana a 0.87×10^5 cél/mL, y aunada a una tasa de recambio ajustada a su TA, las cuales alcanzaron valores máximos de 3.8 y 1.6 L/g/h en el mismo orden de tallas. Estas raciones son similares a las utilizadas por Ramírez-Arce (com. pers.), quien obtiene la maduración de reproductores de esta especie suministrando 6×10^9 cél/ind/día, que equivalen a 4.17×10^6 cél/ind/min.

Las TF y TA en *N. subnodosus* fueron dependientes de la temperatura en los organismos de ambas clases de talla tal como se había planteado en la hipótesis, alcanzando los valores más altos a 24 y 28 °C, y declinando a 19 °C. Esto es similar a lo encontrado por Kirby-Smith (1970), quien describe que la TA de *Argopecten irradians* permaneció independiente de la temperatura entre 10 y 26 °C, con una marcada reducción a 5 °C. Sicard-González

(1999) encontró en juveniles de *A. ventricosus*, que estas tasas fueron mayores a 22 °C, seguido a 19 °C y declinando a 16, 25 y 28 °C. Otros investigadores (Schulte, 1975; Widdows, 1976; McLusky, 1973; Ramírez-Uribe, 2002; Newell y Kofoed, 1977) (Tabla 30), encuentran el mismo patrón de comportamiento en *Mytilus edulis* a diferentes temperaturas. Con estas evidencias, se puede concluir que la variación en las TF y TA de organismos expuestos a una serie de temperaturas, no es lineal, sino que existe un nivel en donde las tasas decrecen abruptamente. Más investigación se requiere para confirmar estos hallazgos.

Además de la repentina caída de las TF y TA en la almeja mano de león a 19 °C, el nivel alcanzado fue bajo (0.4 y 0.8×10^6 cél/g/min en tallas de 65 y 45 mm respectivamente). Esto no era esperable a esta temperatura, ya que se ha observado que organismos de otras poblaciones de la misma especie (Guerrero Negro), presentan altas tasas de crecimiento y un balance energético positivo ante la misma (González-Estada, 2003; Sicard-González com. pers.). Una posible explicación radica en los historiales térmicos de las poblaciones, ya que la población estudiada vivió en el medio silvestre solo durante el verano y parte del otoño, y la temperatura del agua es más cálida en el sitio donde se obtuvo (Rancho Bueno), en comparación con la de Guerrero Negro.

En el presente trabajo no fue posible demostrar una correlación directa entre la temperatura fluctuante y las TF. Se obtuvieron aproximadamente el doble de picos y valles de TF que los de temperatura. Al parecer existe un efecto de rebote en las TF, minutos después de alcanzar los valores extremos superiores e inferiores de temperatura. Esta respuesta observada fue consistente y más claramente al inicio de los experimentos, pero requiere ser estudiada más a fondo. No obstante, es claro que las fluctuaciones de TF en los ejemplares expuestos a las fluctuaciones térmicas de alta y baja frecuencia fueron disminuyendo a lo largo de las 75 h de experimentación, indicando la capacidad de esta especie de modificar su TF ante los cambios en la temperatura. El costo energético de esa regulación en esta especie se encuentra actualmente bajo estudio (Sicard-González com. pers.), teniendo como hipótesis que la regulación implicaría un costo energético adicional al que se tendría a

condiciones estables. Esto es probable que ocurra si se toma en consideración que las TF promedio (1.7×10^6 y 1.3×10^6 cél/g/min) a 24 ± 4 °C en ciclos de 12 y 24 h, fueron menores que las obtenidas a condiciones de temperatura estable (1.8×10^6 cél/g/min). Hay pocos trabajos sobre la aclimatación de las tasas fisiológicas en otros bivalvos. Widdows (1976), encontró que tanto la TA como la tasa respiratoria de *Mytilus edulis*, presentan un alto grado de independencia a la temperatura después de un período de aclimatación tanto a regímenes térmicos constantes como fluctuantes.

Con el sistema experimental aquí empleado, también fue posible ver que el tiempo en que ocurre la aclimatación, parece estar relacionado con la frecuencia de la fluctuación térmica. En los organismos expuestos a ciclos con frecuencias de 24 horas se observa una tendencia más rápida a la estabilidad que en los sometidos a mayores frecuencias. Esto es esperable ya que a mayor frecuencia, el organismo tendrá que compensar más rápidamente, con el consecuente gasto de energía.

En bivalvos son pocos los estudios relacionados sobre la influencia del fotoperíodo en las tasas fisiológicas, posiblemente porque la mayoría de estos carece de órganos sensoriales que detecten las variaciones en la intensidad lumínica. Los pectínidos son bivalvos que poseen ojos distribuidos en el margen del manto, que les permiten detectar la presencia de depredadores y disparar el comportamiento de escape característico en esta familia de bivalvos (Shumway, 1991). Sin embargo, la influencia de la luz sobre las tasas fisiológicas en pectínidos es un tema que ha sido poco abordado. Yang, *et. al.* (2000), quienes describen que no existe efecto significativo de la intensidad de luz (0-10000 lx) sobre la TF en *Perna viridis*. Sun *et. al.* (1995), encontraron que en *Chlamys farreri* no existe diferencia significativa de la TF entre el día (500 lx) y la noche, y Carvajal-Rascón (1987) logró madurar e inducir al desove a reproductores de la almeja mano de león manteniéndolas en iluminación constante. Sin embargo, señala que otro grupo expuesto a fotoperíodo de 12 h luz y 12 h oscuridad, respondía más fácilmente a la descarga de sus gametos. En el presente

trabajo tenemos como hipótesis que el fotoperíodo afecta a la TF en la almeja mano de león, sin embargo, no se encontró efecto.

En los seres vivos, es conocido que las tasas fisiológicas son más elevadas en estadios tempranos del desarrollo que en el estadio adulto. En el presente trabajo los organismos de menor talla mostraron una mayor TF y TA por unidad de peso seco de tejido. Esto concuerda con lo descrito por Owen (1974), quien indica que las tasas de alimentación específicas decrecen con el incremento en el tamaño del organismo. Según Bayne (1976), son muchos los autores que han encontrado esta relación y explican que esto puede resultar de una reducción en la relación del área de las branquias y el peso seco de tejido. Ellos demostraron una reducción del área branquial conforme crece el organismo. Otra posible explicación es que los organismos más pequeños son más eficientes, al poseer una tasa metabólica más elevada.

IX.- CONCLUSIONES

- Las almejas de menor talla, filtran y clarean con mayor eficiencia comparadas con las más grandes.
- Las tasas de filtración y aclaramiento son dependientes de la temperatura en un rango cercano a su historial térmico (24 y 28 °C), decayendo en extremos (19 °C). Por lo tanto, el valor óptimo es superior a 20 °C.
- La tasa de filtración es dependiente de la concentración de partículas entre 0.17×10^5 y 2.05×10^5 cél/mL. A concentraciones mayores de 2.7×10^5 cél/mL la TF se vuelve independiente.
- La producción de pseudoheces inició a concentraciones mayores que 2.71×10^5 cél/mL.
- La tasa de aclaramiento es inversamente proporcional de la concentración de partículas, clareando a mayor velocidad a concentraciones bajas (0.017 a 0.87×10^5 cél/mL) que a concentraciones altas ($> 0.87 \times 10^5$ cél/mL).
- La almeja mano de león filtra a mayor velocidad a temperaturas elevadas (24 y 28 °C) que a temperaturas bajas (19 °C).
- A partir de las tasas de filtración, las raciones óptimas para la almeja mano de león de 46.1 ± 2.2 mm y de 65.3 ± 2.2 mm de altura, fueron 4.5×10^6 y 2.1×10^6 cél/g/min respectivamente.
- La tasa de filtración y aclaramiento se mantienen constantes ante condiciones de alimentación y temperatura estables.

-
- La almeja mano de león posee capacidad de aclimatar la tasa de filtración ante condiciones de temperatura fluctuante cercanas a su temperatura de aclimatación, después de 36 h.
 - La almeja mano de león mantiene su tasa de filtración constante ante condiciones fluctuantes de iluminación (0 – 420 lx).

X.- ANEXOS

Tabla 28. Tasas de bombeo y filtración según Owen, 1974.

Especie	Longitud (mm)	Temperatura °C	Método	Tasa de Bombeo y Filtración (L/h/animal)	Referencia
<i>Mytilus edulis</i>	25	18	Directo	0.8	Quraishi (1964)
“	29	18 - 20	Directo	0.35 – 1.0	Davids (1964)
“	24 - 39	17	Indirecto	0.11	Allen (1970)
“	32	13 - 14	Indirecto	1.5	Jørgensen (1960)
“	48	12. - 15	Indirecto	1.1	Willemsen (1952)
“	68	12. - 15	Indirecto	1.7	Willemsen (1952)
<i>Ostrea edulis</i>	19. - 39	17.5	Indirecto	0.2 – 1.0	Allen (1962)
“	---	18.5	Directo	4.0	Drinnan (1964)
“	70 - 86	12. - 13	Indirecto	0.1 – 0.7	Mathers (1973b)
<i>Crassostrea angulata</i>	70 - 90	12. - 13	Indirecto	0.2 – 1.68	Mathers (1973b)
<i>Pecten irradians</i>	38 -44	22-26	Indirecto	3.26	Chipman y Hopkins (1954)
<i>Anodonta cygnea</i>	80-100	18-20	Directo	0.25-0.3	Bruin y Davids (1970)
<i>Cardium edule</i>	30-40	17-19	Indirecto	0.5	Willemsen (1952)
<i>Venus striatula</i>	21-28	17	Indirecto	0.04	Allen (1970)
<i>Mya arenaria</i>	57-82	17.5	Indirecto	0.6 –1.3	Allen (1962)
<i>Scrobicularia plana</i>	40	16.5	Ambos	0.35	Hughes (1969)
<i>Dreissena polymorpha</i>	29	---	Indirecto	0.05 – 0.18	Morton (1971b)

Tabla 29. Tasas de aclaramiento en bivalvos, según Shumway, 1991.

Espece	Temperatura °C	Suspensión	Concentración	Tasa de Aclaramiento (L/g/h)	Referencia
<i>Chlamys hastata</i>	12.8	---	---	0.145	Meyhofer (1985)
<i>Chlamys islandica</i>	3.4	Partículas de poliestireno de 17 µm	1000-2000/mL	3.09	Vahl (1980)
<i>Chlamys opercularis</i>	11. - 13	Seston natural + algas	---	13.58 ^a	Vahl (1972)
“	5	<i>Dunaliella euchlora</i>	8000-10000/mL	1.64	McLusky (1973)
“	10	<i>Dunaliella euchlora</i>	8000-10000/mL	3.23	McLusky (1973)
“	20	<i>Dunaliella euchlora</i>	8000-10000/mL	5.9	McLusky (1973)
“	10. -13	Mezcla de algas	0.02 - 0.3 mg peso seco orgánico/L	14	Møhlenberg y Riisgard (1979)
<i>Pecten furtivus</i>	10. -13	Mezcla de algas	0.02 - 0.3 mg peso seco orgánico/L	31	Møhlenberg y Riisgard (1980)
<i>Placopecten magallenicus</i>	10. -12	Seston natural	5 -10 mg peso seco orgánico/L	0.87 - 1.31	McDonald y Thompson (1986)
<i>Argopecten irradians concentricus</i>	22 - 26	<i>Nitzchia</i> y <i>Chlamydomonas</i>	850-8000/mL y 28000/mL	4.74	Chipman y Hopkins (1954)
“	10. -26	<i>Nitzchia</i>	1 - 5 x10 ⁵ /mL	5.82	Kirby-Smith (1970)
“	5	<i>Nitzchia</i>	2 - 5 x10 ⁵ /mL	1.75	Kirby-Smith (1970)
“	21	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	5-34 x10 ⁴ /mL	4.02 (0.31-8.78)	Palmer (1980)
“	21	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	1-3 x10 ⁴ /mL	5.68 (0.65-11.9)	Palmer (1980)
<i>Argopecten irradians irradians</i>	22	<i>Thalassiosira weissflogii</i>	1200 /mL	10.33	Kuenster (1988)
“	22	<i>T. weissflogii</i>	4800 /mL	4.7	Kuenster (1988)
“	22	<i>T. weissflogii</i>	12000 /mL	1.38	Kuenster (1988)

Tabla 30. Tasas de alimentación en bivalvos.

Especie	Longitud (mm)	Temperatura °C	Suspensión y Concentración		Tasa de Ingestión	Tasa de Aclaramiento	Tasa de Filtración	Referencia
<i>Argopecten i. concentricus</i>	0.5	25	<i>Isochrysis galbana</i>	1 - 60 x10 ³ cél/mL	---	0.00041- 0.00014 L/ind/h	---	Lu y Blake (1997)
“	10	25	<i>Isochrysis galbana</i>	1 - 60 x10 ³ cél/mL	---	0.42 – 0.247 L/ind/h	---	Lu y Blake (1997)
“	0.9	20	<i>Chaetoceros calcitrans</i> y <i>Nanocloropsis oculata</i>	5.25 x10 ⁴ cél/mL	3.7 x10 ⁵ cél/ind/h	---	0.0049 L/ind/h	Díaz y Martínez (1992)
<i>Argopecten purpuratus</i>	--- juveniles	18	<i>I. galbana</i> , <i>C. calcitrans</i> y <i>N. oculata</i>	5.25 x10 ⁴ cél/mL/día	72 724 cél/ind/h	---	---	Martínez <i>et. al.</i> (1995)
“	1 g PST	12	<i>Isochrysis galbana</i>	30 x10 ⁶ cél/L	2.4 mg/g/h	2.6 L/g/h	---	Navarro y González (1998)
“	4 g PST	Verano	---	---	---	12.13 L/h	---	Fariás y Uriarte
<i>Argopecten ventricosus</i>	11.8	16	<i>Isochrysis galbana</i>	1.5 x10 ⁵ cél/mL	15.1 mg/g/h (1.3 x10 ⁹ cél/g/h)	8.7 L/g/h	---	Sicard-González (1999)
“	11.8	19	<i>Isochrysis galbana</i>	1.5 x10 ⁵ cél/mL	29.6 mg/g/h (2.6 x10 ⁹ cél/g/h)	17.0 L/g/h	---	Sicard-González (1999)
“	11.8	22	<i>Isochrysis galbana</i>	1.5 x10 ⁵ cél/mL	31.6 mg/g/h (2.8 x10 ⁹ cél/g/h)	17.8 L/g/h	---	Sicard-González (1999)
“	11.8	25	<i>Isochrysis galbana</i>	1.5 x10 ⁵ cél/mL	21.3 mg/g/h (1.9 x10 ⁹ cél/g/h)	12.1 L/g/h	---	Sicard-González (1999)
“	11.8	28	<i>Isochrysis galbana</i>	1.5 x10 ⁵ cél/mL	19.3 mg/g/h (1.7 x10 ⁹ cél/g/h)	11.1 L/g/h	---	Sicard-González (1999)
“	13.5	23	<i>Isochrysis galbana</i>	50 x10 ³ cél/L	14.1 x10 ⁸ cél/g/h	15.6 L/g/h	---	Ramírez-Uribe (2002)
“	13.5	26	<i>Isochrysis galbana</i>	50 x10 ³ cél/L	14.7 x10 ⁸ cél/g/h	18 L/g/h	---	Ramírez-Uribe (2002)
“	13.5	29	<i>Isochrysis galbana</i>	50 x10 ³ cél/L	11.3 x10 ⁸ cél/g/h	22.5 L/g/h	---	Ramírez-Uribe (2002)

Continuación de la Tabla 30

Especie	Longitud (mm)	Temperatura °C	Suspensión y Concentración		Tasa de Ingestión	Tasa de Aclaramiento	Tasa de Filtración	Referencia
<i>Aspatharia wahlbergi</i>	---	25.2	---	---	---	---	0.5 L/g/h	Kiibus y Kautsky (1996)
<i>Brachidontes pharaonis</i>	---	8. - 27	Material orgánico particulado	2 -200 mg/L	---	---	1.4 - 7.6 L/g/h	Sara <i>et. al.</i> (1999)
<i>Crassostrea gigas</i>	---	---	Seston natural	---	---	---	6 L/g/h	Heral <i>et. al.</i> (1989)
<i>Crepidula fornicata</i>	30-40	5	<i>Phaeodactylum</i>	0.56 mg/L	---	0.010 L/160mg PST/h	---	Newell y Kofoed (1977)
“	30-40	10.8	<i>Phaeodactylum</i>	0.56 mg/L	---	0.149 L/160mg PST/h	---	Newell y Kofoed (1977)
“	30-40	15	<i>Phaeodactylum</i>	0.56 mg/L	---	0.246 L/160mg PST/h	---	Newell y Kofoed (1977)
“	30-40	20	<i>Phaeodactylum</i>	0.56 mg/L	---	0.168 L/160mg PST/h	---	Newell y Kofoed (1977)
“	30-40	25	<i>Phaeodactylum</i>	0.56 mg/L	---	0.164 L/160mg PST/h	---	Newell y Kofoed (1977)
“	30-40	28	<i>Phaeodactylum</i>	0.56 mg/L	---	0.098 L/160mg PST/h	---	Newell y Kofoed (1977)
“	30-40	32	<i>Phaeodactylum</i>	0.56 mg/L	---	0.05 L/160mg PST/h	---	Newell y Kofoed (1977)
<i>Lampsilis radiata siliquoidea</i>	---	---	Seston	---	---	---	1.5 L/g/h	Vanderploeg <i>et. al.</i> (1991)
<i>Mytilus edulis</i>	40	5	<i>Platymonas suecica</i>	$3 \times 10^5 - 1.5 \times 10^8$ cél/L	---	---	0.35 L/ind/h	Schulte (1975)
“	40	30	<i>Platymonas suecica</i>	$3 \times 10^5 - 1.5 \times 10^8$ cél/L	---	---	0.1 L/ind/h	Schulte (1975)
“	40	15 – 25	<i>Platymonas suecica</i>	70×10^6 cél/L	---	---	21.5×10^5 cél/ind/h	Schulte (1975)

Continuación de la Tabla 30

Especie	Longitud (mm)	Temperatura °C	Suspensión y Concentración		Tasa de Ingestión	Tasa de Aclaramiento	Tasa de Filtración	Referencia
<i>Mytilus edulis</i>	55	10	<i>Platymonas suecica</i>	1.2 x10 ⁴ cél/mL	---	---	0.6 L/g/h	Widdows (1976)
“	55	15	<i>Phaeodactylum triconutum</i>	1.2 x10 ⁴ cél/mL	---	---	2.1 L/g/h	Widdows (1976)
“	55	20	<i>Phaeodactylum triconutum</i>	1.2 x10 ⁴ cél/mL	---	---	2.6 L/g/h	Widdows (1976)
“	55	25	<i>Phaeodactylum triconutum</i>	1.2 x10 ⁴ cél/mL	---	---	1.9 L/g/h	Widdows (1976)
“	55	30	<i>Phaeodactylum triconutum</i>	1.2 x10 ⁴ cél/mL	---	---	0.4 L/g/h	Widdows (1976)
“	132 mg PST	15	---	0.18 - 0.70 mg alga peso seco/L	---	---	0.0331-0.041 L/min	Riisgaard y Møhlenberg (1979)
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	---	---	Material orgánico particulado	---	15 x10 ⁶ partículas/L	2.6 L/h	---	Navarro <i>et. al.</i> (1991)
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	60	14 - 15	<i>Isochrysis galbana</i> y sedimento	0.56 mg/L	3.8 mg/g/h	6.4 L/g/h	---	Labarta <i>et. al.</i> (1997)
“	---	---	Seis especies de microalgas	---	---	0.77-0.98 L/ind/h	---	Matsuyama y Uchida (1997)
“	---	20	<i>Cryptomonas sp.</i>	8500-11000 cél/mL	---	---	0.2-0.4 L/g/h	Denis <i>et. al.</i> (1999)
“	---	20	<i>Prorocentrum minimum</i>	1300-5800 cél/mL	---	---	0.5-2.5 L/g/h	Denis <i>et. al.</i> (1999)
<i>Ostrea edulis</i>	1.47	20	<i>Isochrysis galbana</i>	10 x10 ³ cél/mL	0.7 x10 ⁸ cél/g/h	4.1 L/g/h	---	Beiras <i>et. al.</i> (1994)
“	1.47	20	<i>Isochrysis galbana</i>	30 x10 ³ cél/mL	2.1 x10 ⁸ cél/g/h	4.3 L/g/h	---	Beiras <i>et. al.</i> (1995)
“	1.47	20	<i>Isochrysis galbana</i>	100 x10 ³ cél/mL	4.3 x10 ⁸ cél/g/h	3.9 L/g/h	---	Beiras <i>et. al.</i> (1996)

Continuación de la Tabla 30

Especie	Longitud (mm)	Temperatura °C	Suspensión y Concentración		Tasa de Ingestión	Tasa de Aclaramiento	Tasa de Filtración	Referencia
<i>Ostrea edulis</i>	1.47	20	<i>Isochrysis galbana</i>	200 x10 ³ cél/mL	4.6 x10 ⁸ cél/g/h	2.1 L/g/h	---	Beiras <i>et. al.</i> (1997)
“	1.47	20	<i>Isochrysis galbana</i>	300 x10 ³ cél/mL	4.5 x10 ⁸ cél/g/h	1.8 L/g/h	---	Beiras <i>et. al.</i> (1998)
<i>Pecten fumatus</i>	55 - 75	14 - 21	<i>P. lutheri, I. galbana, Ch. salina.</i>	8000 -10000 /mL	6 x10 ⁹ cél/animal/día	---	---	Heasman <i>et. al.</i> (1996)
<i>Placopecten magallenicus</i>	---	9.5	<i>C. salina</i>	10 x10 ³ cél/mL	1.44 µg clorofila a/g/h	10 L/ind/h	---	Wildish <i>et. al.</i> (1987)
“	105	7	<i>Chaetoceros gracilis</i>	2.0 mg/L	36 mg/h	18 L/h	---	Cranford y Grant (1990)
“	105	7	<i>Isochrysis galbana</i>	---	30 mg/h	15 L/h	---	Cranford y Grant (1990)
“	105	7	Kelp (<i>Laminaria longicuris</i>)	---	7.4 mg/h	3.7 L/h	---	Cranford y Grant (1990)
“	105	7	Sedimento marino	---	10.8 mg/h	5.4 L/h	---	Cranford y Grant (1990)
“	10. - 20	13	<i>Isochrysis galbana</i>	---	---	0.35 x10 ³ mL/h/scallop	---	Frenette <i>et.al.</i> (2001)
“	20-35	13	<i>Isochrysis galbana</i>	---	---	0.56 x10 ³ mL/h/scallop	---	Frenette <i>et.al.</i> (2002)
<i>Solen cylindraceus</i>	---	15 -35	---	---	---	---	0.019-0.023 L/min	Villiers <i>et. al.</i> (1989)

XI.- BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Ada, J.O. 2001. Native bivalve aquaculture in Bahía Magdalena, B.C.S.: The effect of cultivation density on the growth rates and mortality of Lion's paw scallop (*Lyropecten subnodosus*). University of California, Santa Barbara. Center for Coastal Studies, Puerto San Carlos, B.C.S. México.
- ◆ Atkins D. 1936. On the ciliary mechanisms and interrelationships of lamellibranchs. I. New observations on shorting mechanisms. *Quart. J. Microsc. Sci.* 79: 181-308 pp.
- ◆ Baqueiro-Cárdenas E. 1984. Estatus of molluscan aquaculture on the pacific coast of Mexico. *Aquaculture*. 39: 83-93 pp.
- ◆ Baqueiro-Cárdenas E., J.A. Massó-Rojas y M.B. Guajardo. 1982. Distribución y abundancia de moluscos de importancia comercial en Baja California Sur. *Serie de divulgación Inst. Nal. Pesca, Sria de Pesca*. 11: 7-32 pp.
- ◆ Barrios D., J. Chavez, y C. Cáceres. 1997. First trial of growth *Lyropecten subnodosus* under culture conditions in Bahía de La Paz, B.C.S. México. 11th International Pectinid Workshop, 11-15 April, La Paz B.C.S., México. 107-110 pp.
- ◆ Bayne B.L. 1976. Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press. 505 pp.
- ◆ Bayne, B.L., R.J. Thompsom y J. Widdows. 1976. Physiology I. En: Bayne B.L. (ed) Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press. 505 pp.
- ◆ Beiras R., A. Pérez-Camacho y M. Albentosa., 1994. Comparison of the scope for growth with the growth performance of *ostrea edulis* seed reared at different food concentrations in an open-flow system. *Marine Biology*. 119: 227-233 pp.
- ◆ Berkeley C. 1935. The chemical composition of the crystalline style and of the gastric shield with some new observations on the occurrence of style oxidase. *Biol. Bull.* 68: 107-114 pp.
- ◆ Boss K.J. 1982. Mollusca. En: Parker S.P. (ed.). Synopsis and classification of living organisms. Vol. 1. McGraw-Hill Book Co. New York. 945-1166 pp.
- ◆ Bricelj V.M. y S. Shumway. 1991. Physiology: acquisition and utilization. En: Shumway S.E. (ed). Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Elsevier Science Publishers B.V. New York, USA. Cap. 5: 305-346 pp.
- ◆ Brown F.A. 1954. Persistent activity rhythms in the oyster. *Am. J. Physiol.* 178: 510-514 pp.

- ◆ Brown F.A., F. Bennett, M. Webb y L. Ralph. 1956. Persistent daily, monthly and 27 – day cycles of activity in the oyster and quahog. *J. exp. Zool.* 131: 235–262 pp.
- ◆ Calow P. y C.R. Fletcher. 1972. A new radiotracer technique involving ^{14}C and ^{51}Cr , for estimating the assimilation efficiencies of aquatic primary producers. *Oecologia.* 9: 155-170 pp.
- ◆ Carvajal-Rascón M.A. 1987. Cultivo larvario de la almeja mano de león *Liropecten subnodosus*, a partir del crecimiento y maduración gonadal de los reproductores. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas, México. 66 pp.
- ◆ Cerón-Ortiz A.N. 2000. Evaluación de tres mezclas de microalgas sobre el crecimiento de la almeja mano de león *Lyropecten (Nodipecten) subnodosus*. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada B.C. México. 87 pp.
- ◆ Chun-Juárez M.C. 1989. Desarrollo y cultivo de larvas y juveniles de mejillón de laguna *Mytella strigata* (Hanley, 1843). Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar. Veracruz, Ver. 71 pp.
- ◆ Conover R.J. 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnology and Oceanology.* 11: 333-354 pp.
- ◆ Correa-Sandoval F. 2001. Estructura genética, biogeografía y morfometría de *Nodipecten subnodosus* y *N. arthriticus* del Pacífico oriental tropical, y de *Lyropecten nodosus* del Atlántico tropical occidental (Mollusca: Bivalvia). En: Cultivo de los pectínidos gigantes del genero *Nodipecten*: problemas y perspectivas. CITED. Consulta técnica del proyecto II.6. Florianapolis, Brasil. 21 – 23 de noviembre. p 53.
- ◆ Coughlan J. 1969. The estimation of filtering rate from the clearance of suspensions. *Marine biology.* 2: 356-358 pp.
- ◆ Cranford, P.J. y J. Grand. 1990. Particle clearance and absorption of phytoplankton and detritus by the sea scallop *Placopecten magallenicus* (Gmelin). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol. 137, 105-121 pp.
- ◆ Crisp D.J. y D.A. Ritz. 1967. Temperature acclimation in barnacles. *J. Exp. Mar. Biol.* 17: 243-250 pp.
- ◆ Danigo L.P. 2001. Resultados parciales de engorda de *Nodipecten subnodosus* comparando dos técnicas de cultivo a diferentes densidades. En: Cultivo de los pectínidos gigantes del genero *Nodipecten*: problemas y perspectivas. CITED. Consulta técnica del proyecto II.6. Florianapolis, Brasil. 21 – 23 de noviembre. p 45.

- ◆ Denis L., E. Alliot y D. Grzebyk. 1999. Clearance rate responses of Mediterranean mussels, *Mytilus galloprovincialis* to variations in the flow, water temperature, food quality and quantity. *Aquat. Living Resour./Ressour. Vivantes Aquat.* 12 (4): 279-288 pp.
- ◆ Díaz M.A. y G. Martínez. 1992. Efecto de diferentes dietas de sobre el balance energético en juveniles de *Argopecten purpuratus* L. *Revista de Biología Marina. Valparaíso.* 27 (2): 163-173 pp.
- ◆ Dong B., Q. Xue y J. Li. 2000. The effect of temperature on the filtration rate, clearance rate and absorption efficiency of Manila clam, *Ruditapes philippinarum*. *Mar. Fish. Res. /Haiyang Shuichan Yanjiu. Qingdao.* 21 (1): 37-42 pp.
- ◆ Felix-Pico E.F., M. Villalejo-Fuerte, A. Tripp-Quezada y O. Holguin-Quiñones. 1999. Growth and survival of *Lyropecten subnodosus* (sowerby, 1835) in suspended culture at the National Marine Park of Bahía Loreto B.C.S., Mexico. Book Abstracts: 12th International Pectinid Workshop. Bergen (Norway), 5-11 May.
- ◆ Foster-Smith R.L. 1975. The effect of concentration of suspension on the filtration rates and pseudofaecal production for *Mytilus edulis* L., *Cerastoderma edule* (L.) and *Venerupis sulastra* (Montagu). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 17: 1-22 pp.
- ◆ Frank D., L. Ewert, S. Shumway y J.E. Ward. 2000. Effect of clay suspensions on clearance rate in three species of benthic invertebrates. *J. Shellfish Res.* 19 (1): 663 p.
- ◆ Frenette B., G.J. Parsons y L-A. Davidson. 2002. Influence of salinity and temperature on clearance rate and oxygen consumption of juvenile sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *En: Hendry C.I. y McGladdery S.E. (eds). Aquaculture Canada - Proceedings of the contributed papers of the 18th Annual Meeting of the Aquaculture Association of Canada, Halifax, NS, 2001. no. 5. 17-19 pp.*
- ◆ Galtsoff P.S. 1928. The effect of temperature on the mechanical activity of the gills of the oyster (*Ostrea virginica* Gmelin). *J. Gen. Physiol.* 11: 415-431 pp.
- ◆ García-Pámenes. 1994. Desarrollo de tecnología para el cultivo integral de la almeja mano de león (*Lyropecten Subnodosus*). Instituto de Investigaciones Oceanológicas de Ensenada, B.C., México, 1994.
- ◆ García-Domínguez F., P. Castro-Moroyoqui y E.F. Félix-Pico. 1992. Spat settlement and early growth of *Lyropecten subnodosus* (Sowerby, 1835) in Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México. *J. Shellfish Res.* 11 (1): 195 p.

- ◆ García-Esquivel Z., G. Parés-Sierra y L. García-Pámanes. 2000. Efecto de la velocidad de flujo y concentración de alimento sobre el crecimiento de juveniles de la escalopa *Nodipecten subnodosus*. *Ciencias marinas*. 26(4): 621–641 pp.
- ◆ Gleim W. 2002. Java map interface. National Geophysical Data Center. NOAA. Página web en línea. Disponible en: NOAA/NGDC Marine Geology and Geophysics División. URL:<http://rimmer.ngdc.noaa.gov/coast/getcoast.html>. Acceso en: 2003, 27 de octubre.
- ◆ Gómez-del-Prado, R.M. 1982. Hallazgo de una forma larvaria de *Echinocephalus* sp. (Nematoda: Gnathostomidae) en *Argopecten circularis* y *Lyropecten subnodosus* (Mollusca: Lamellibranchia) de la laguna Ojo de Liebre, Guerrero Negro, B.C.S. *An. Inst. Biol. UNAM, Ser. Zool.* 53 (1): 421-431 pp.
- ◆ González-Estrada F. 2003. Temperaturas letales y temperatura óptima para crecimiento de una población de almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835). Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz B.C.S. 90 pp.
- ◆ González-Ramos H. 1994. Fijación de larvas de la almeja *Lyropecten subnodosus* en cámaras de flujo descendente y eficiencia comparativa de substratos artificiales. Tesis de licenciatura. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Ensenada B.C. México.
- ◆ Gutiérrez-Villaseñor C.E. y G. Chi-Barragán. 1997. Effect of the temperature and feeding ratio on the conditioning of *Lyropecten subnodosus* Sowerby, 1835. 11th International Pectinid Workshop, 11 – 15 April, La Paz, B.C.S., México. 73 –75 pp.
- ◆ Heasman M.P., W.A. O'Connor y A.W. Frazer. 1996. Temperature and nutrition as factors in conditioning broodstock of the commercial scallop *Pecten fumatus* Reeve. *Aquaculture* 143: 75-90 pp.
- ◆ Heral M., D. Razet y J. Prou. 1989. Acquiring continuous data on the particular matter of the estuarine bay of Marennes-Oleron during the spring planktonic bloom: Effect on the filtration rate of the oyster *Crassostrea gigas*. Ices Council Meeting 1989 (Collected Papers). Ices, Copenhagen (Denmark). 14 pp.
- ◆ Hernández R.M., G.J. Gómez, O.C. Sánchez y M.R. Saldierna. 1993. Atlas de temperatura superficial en el complejo lagunar de Bahía Magdalena – Bahía Almejas, Baja California Sur, México 1980 – 1989. Ed. Secretaría de Marina. Atlas Oceanográfico Nacional. Sección Físico – Químicos Vol. II.
- ◆ Iglesias J.I.P., E. Navarro, P. Álvarez-Jorna y I. Armentia. 1992. Feeding, particle selection and absorption in cockles *Cerastoderma edule* (L.) exposed to variable conditions of food concentration and quality. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 162: 177-198 pp.

- ◆ Jørgensen C.B. 1988. The bivalve pump: properties and modeling. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 34: 69-77 pp.
- ◆ Jørgensen C.B. 1949. The rate of feeding by *Mytilus* in different kinds of suspension. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 28: 333-344 pp.
- ◆ Keen A.M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Perú. Stanford Univ. press, Stanford, California. 1064 pp.
- ◆ Keen, A.M. y E. Coan. 1974. Marine molluscan genera of western north America, an illustrated key. Stanford University Press. 208 pp.
- ◆ Kiibus M. y N. Kautsky. 1996. Respiration, nutrient excretion and filtration rate of tropical freshwater mussels and their contribution to production and energy flow in Lake Kariba, Zimbabwe. *Hydrobiologia.* 331 (1-3): 25-32 pp.
- ◆ Kirby-Smith W.W. 1970. Growth of the scallops, *Argopecten irradians concentricus* (Say) and *Argopecten gibbus* (Linne), as influenced by food and temperature. Duke University, Durham, North Carolina. 126 pp.
- ◆ Kirby-Smith W.W. y R.T. Barber. 1974. Suspension – feeding aquaculture systems: effects of phytoplankton concentration and temperature on growth of the bay scallop. *Aquaculture.* 3: 135-145 pp.
- ◆ Labarta U., M.J. Fernández-Reiriz y M.F. Babarro. 1997. Differences in physiological energetics between intertidal and raft cultivated mussels *Mytilus galloprovincialis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 152: 167-173 pp.
- ◆ Lodeiros C., L. Freitas, A.N. Maeda-Martínez, E. Uribe, D.B. Lluch-Cota y M.T. Sicard. 2001. Ecofisiología de Pectínidos Iberoamericanos. En: Maeda-Martínez A.N. (ed). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura.. Cap. 4: 77-88.
- ◆ Lora-Vilchis M.C., M. Robles-Mungaray, N. Doktor y D. Voltolina. (En Prensa). Nutritional value of four algae for *Lyropecten subnodosus* (Sowerby, 1833) juveniles. Laboratorio de ecofisiología, CIBNOR la Paz B.C.S. México. *Aquaculture.*
- ◆ Lora-Vilchis M.C. y A.N. Maeda-Martínez. 1997. Ingestion and digestion index of catarina scallop *Argopecten ventricosus-circularis*, Sowerby II, 1842, veliger larvae with ten microalgae species. *Aquaculture Research.* 28: 905-910 pp.
- ◆ Lu Y.T. y N.J. Blake. 1997. Clearance and ingestion rates of *Isochrysis galbana* by larval and juvenile bay scallops, *Argopecten irradians concentricus* (Say). *J. Shellfish Res.* 16 (1): 47-54 pp.

- ◆ Luna-González A., A.N. Maeda-Martínez, J.C. Sainz y F. Ascencio-Valle. 2002. Comparative susceptibility of veliger larvae of Four bivalve mollusks to a *Vibrio alginolyticus* strain. *Dis. Aquat. Org.* 49: 221-226 pp.
- ◆ Maeda-Martínez A.N. (ed.) 2001. Los Moluscos Pectínidos de Ibero-América. Ciencia y Acuicultura. Limusa. México. 501 pp.
- ◆ Maeda-Martínez A.N., P. Lombeida, L. Freites, C. Lodeiros y M.T. Sicard. 2001. Cultivo de Pectínidos en fondo y en estanques. En: Maeda-Martínez A.N. (ed.). Los Moluscos Pectínidos de Ibero-América. Ciencia y Acuicultura. Limusa. México. Cap. 11: 213-231 pp.
- ◆ Maldonado-Amparo R. 2003. Poliploidía en moluscos de importancia comercial comercial (almeja catarina *Argopecten ventricosus* Sowerby II, 1842; Almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* Sowerby 1835; y abulón rojo *Haliotis rufescens* Swainso 1822). Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz B.C.S. 200 pp.
- ◆ Martínez G., L.A. Cáceres, E. Uribe y M.A. Díaz. 1995. Effects of different feeding regimens on larval growth and energy and the energy budget of the juvenile Chilean scallops, *Argopecten purpuratus* Lamarck. *Aquaculture*. 132: 313-323 pp.
- ◆ Mathers N.F. 1976. The effects of tidal currents on the rhythm of feeding and digestion in *Pecten maximus*. L. J. *Exp. Mar. Biol. Ecol.* 24: 271-283 pp.
- ◆ Matsuyama Y. y T. Uchida. 1997. Simplified method to measure the clearance rate of bivalve fed on microalgae. *Bull. Nansei Natl. Fish. Res. Inst./Nanseisuikenho.* no. 30, 183-188 pp.
- ◆ Mazón-Suastegui J.M. 1988. Acondicionamiento y desove de cuatro especies de moluscos bivalvos, alimentados con dietas artificiales. *Rev. Lat. Acui. Lima Perú.* No.38-7 –120.
- ◆ McLusky D.S. 1973. The effect of the temperature on the oxygen consumption and filtration rate of *Chlamys (Aequipecten) opercularis* (L.) (Bivalvia). The University, Stirling, Scotland. *Ophelia*. 10: 141-154 pp.
- ◆ Morales-Hernández R. y C. Cáceres-Martínez. 1996. Pesquería de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus*. En: Casas-Valdés M. y G. Ponce-Díaz (eds.). Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur. 87-100 pp.
- ◆ Morse M.P. y J.D. Zardus. 1997. Bivalvia. En: Harrison F.W. (ed.) Microscopic anatomy of invertebrates. Vol. 6A: Mollusca II. Willey-Liss. New York. 7-118 pp.
- ◆ Morton B. 1971. The diurnal rhythm and tidal rhythm of feeding and digestion in *Ostrea edulis*. *Biol. J. Linn. Soc.* 3: 329-342 pp.

- ◆ Navarro E., J.I.P. Iglesias, A. Pérez-Camacho, U. Labarta y R. Beiras. 1991. The physiological energetics of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) from different cultivation rafts in the Ria de Arosa (Galicia, N.W. Spain). *Aquaculture*. 94: 197-212 pp.
- ◆ Navarro J.M. 2001. Fisiología energética de pectínidos Iberoamericanos. En: Maeda-Martínez A. N. (ed). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura. Limusa. México. Cap. 3: 61-76 pp.
- ◆ Navarro, J.M., y C.M. González. 1998. Physiological responses of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* to decreasing salinities. *Aquaculture*. 167: 315-327 pp.
- ◆ Newell C.R. 1999. The effects of current speed and particle concentration on mussel (*Mytilus edulis*) filtration rate: A recirculating flume study. *J. Shellfish Res.* 18(1): 300 p.
- ◆ Newell C.R., D.J. Wildish, y B.A. MacDonald. 2001. The effects of velocity and seston concentration on the exhalant siphon area, valve gape and filtration rate of the mussel *Mytilus edulis*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 262(1): 91-111 pp.
- ◆ Newell R.C. y L.H. Kofoed. 1977. The energetics of suspension – feeding in the gastropod *Crepidula fornicata* L. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 57: 161-180 pp.
- ◆ Numaguchi K. 2001. Filtration rate and ingestion rate of Japanese pearl oyster *Pinctada fucata* martensii spat. Lake Buena Vista, FL (USA), 21-25 Jan. 2001. *Aquaculture 2001: Book of Abstracts*. 479 p.
- ◆ Ocaño-Higuera V.M. 2002. Relación del estado fisiológico de la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) con la bioquímica posmortem, calidad y vida de anaquel de su músculo abductor. Anteproyecto de tesis doctoral. Centro de Investigación en alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora.
- ◆ Ocaño-Higuera V.M., R. Pacheco-Aguilar y A.N. Maeda-Martínez. 2001. Bioquímica posmortem en pectínidos. En: Maeda-Martínez A.N. (ed). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura. Limusa. México. Cap. 20: 405-430 pp.
- ◆ Ortiz-Cuel G. 1994. Efecto de la ración alimenticia y la densidad de cultivo sobre el desarrollo larval de *Lyropecten subnodosus*; Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México 58 pp.
- ◆ Otero A., B. Cabezas, A. Areoso, R. Mosquera y J. Fabregas. 1992. Ingestion rate of marine microalgae by mussel larvae (*Mytilus galloprovincialis*). *Cuad. Area Cienc. Mar. Semin. Estud. Galegos*. España. No. 6: 95-100 pp.

- ◆ Owen G. 1974b. Feeding and digestion in the bivalvia. *Advances in Comparative Physiology and Biochemistry*. 5: 1-35 pp.
- ◆ Pacheco-Aguilar R. 2001. Calidad y procesamiento de pectínidos. En: Cultivo de los pectínidos gigantes del genero *Nodipecten*: problemas y perspectivas. CITED. Consulta técnica del proyecto II.6. Florianapolis, Brasil. 21 – 23 de noviembre. 54 p.
- ◆ Pacheco-Aguilar R., V.M. Ocaño-Higuera y A.N. Maeda-Martínez. 2001. Manejo y procesado de pectínidos. En: Maeda-Martínez A.N. (ed). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura. Limusa. México. Cap. 21: 431-450.
- ◆ Palmer R.E. y L.G. Williams. 1980. Effect of particle concentration on filtration efficiency of the bay scallop *Argopecten irradians*, and the oyster *Crassostrea virginica*. *Ophelia*. 19 (2): 163-174 pp.
- ◆ Parés-Sierra G.M. 1996. Efecto del flujo y concentración de alimento sobre el crecimiento, el peso y la tasa de filtración de escalopas juveniles (*Lyropecten subnodosus*). Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Ensenada B.C. 48 pp.
- ◆ Peña B. J. 2001. Taxonomía, morfología distribución y hábitad de los pectínidos Iberoamericanos. En: Maeda-Martínez A.N. (ed.) Los Moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y Acuicultura. Limusa. México. Cap. 1: 1-25 pp.
- ◆ Quintero-Ojeda N.V. 2003. Crecimiento y supervivencia de la almeja mano de leon *Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835) en dos artes de cultivo en el estero El Cardón, Laguna san Ignacio, B.C.S. México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de baja California Sur.
- ◆ Racotta I.S., J.L. Ramírez, A.M. Ibarra, M.C. Rodrigue-Jaramillo, D. Carreño y E. Palacios. 2002. Growth and gametogenesis in the lion-paw scallop *Nodipecten (Lyropecten) subnodosus*. *Aquaculture*. 217 (1-4): 335-349 pp.
- ◆ Ramírez-Castillo E. 2003. Desarrollo reproductivo estacional de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*. Tesis de Licenciatura en Biología, Instituto Tecnológico Agropecuario No. 21 del Estado de Sonora. 49 p.
- ◆ Ramírez-Uribe M.L. 2002. Efecto de la concentración de partículas y de la temperatura sobre las tasa de aclaramiento y de ingestión en juveniles de almeja catarina (*Argopecten ventricosus*). Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 21. de Sonora. 55 pp.
- ◆ Riisgaard H.U. y F. Moehlenberg. 1979. An improved automatic recording apparatus for determining the filtration rate of *Mytilus edulis* as a function of size and algal concentration. *Mar. Biol.* 52(1): 61-67 pp.

- ◆ Riisgaard H.U., C. Kittner, y D.F. Seerup. 2003. Regulation of opening state and filtration rate in filter-feeding bivalves (*Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*) in response to low algal concentration. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 284(1-2): 105-127 pp.
- ◆ Robles-Mungaray M. 2001. Antecedentes, estado actual y perspectivas del cultivo de *Nodipecten=Lyropecten subnodosus* en la península de Baja California, México. En: Cultivo de los pectínidos gigantes del genero *Nodipecten*: problemas y perspectivas. CITED. Consulta técnica del proyecto II.6. Florianapolis, Brasil. 21 – 23 de noviembre. 34-35 pp.
- ◆ Robles-Mungaray M., T. Reynoso.Granados, P. Monsalvo-Espencer y G. Villavicencio-Peralta. 1999. Cultivo experimental de la escalopa mano de león *Lyropecten subnodosus* en baja California Sur. VI congreso de ciencia y tecnología del mar. Mazatlán, Sinaloa, México. 17 al 19 de Noviembre. CIBNOR La Paz B.C.S.
- ◆ Roldán-Carrillo L.M. 2002. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento, balance energético, regulación osmótica y contenido bioquímico en juveniles de almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus* Sowerby, 1835). Anteproyecto de tesis doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz B.C.S.
- ◆ Sara G., C. Romano y A. Mazzola. 1999. The new western Mediterranean entry *Brachidontes pharaonis* (Fischer P., 1870) (Bivalvia, Mytilidae): Changes in filtration rate under varying natural food conditions. *J. Shellfish Res.* 18 (1): 333-334 pp.
- ◆ Schulte E.H. 1975. Influence of algal concentration and temperature on the filtration rate of *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.* 30(4): 331-341 pp.
- ◆ Shumway S.E. 1991. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier Science Publishers B.V. New York, USA. 1095 pp.
- ◆ Shumway S.E., T.L. Cucci, R.C. Newell y C.M. Yentsch. 1985. Particle selection, ingestion and absorption in filter-feeding bivalves. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 91: 77-92 pp.
- ◆ Sicard-González M.T. 1999. Temperatura letal superior y temperatura óptima de una población de almeja catarina (*Argopecten ventricosus* Sowerby II, 1842). Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. México. 95 pp.
- ◆ Sicard-González M.T. 2001. Estudio del efecto de la oscilación térmica en la fisiología de la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus* Sowerby, 1835). Anteproyecto de tesis doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León.

- ◆ Smith J.T. 1991. Cenozoic Giant Pectinids from California and the Tertiary Caribbean Province: *Lyropecten*. “*Macrochlamis*”, *Vertipecten* and *Nodipecten* species. U.S. Geological Survey Professional Paper, 1391. 155 pp.
- ◆ Sun H., J. Fang, S. Kuang y F. Li. 1995. Filtration rate of scallop (*Chlamys farreri*) cultured in simulated natural environment. *J. Fish. Sci. China/Zhongguo Shuichan Kexue*. 2(4): 16-21 pp.
- ◆ Uriarte I., G. Rupp, y A. Abarca. 2001. Produccion de juveniles de pectínidos Iberoamericanos bajo condiciones controladas. En: Maeda-Martínez A. N. (ed). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura. Limusa. México. Cap. 8: 147-171 pp.
- ◆ Valdez-Ramírez M.E. 2001. Estudios sobre la biología reproductiva de *Nodipecten subnodosus* En: Cultivo de los pectínidos gigantes del genero *Nodipecten*: problemas y perspectivas. CITED. Consulta técnica del proyecto II.6. Florianapolis, Brasil. 21 – 23 de noviembre. 39-41 pp.
- ◆ Vahl O. 1972. particle retention and relation between water transport and oxygen uptake in *Chlamys opercularis* (L.) (Bivalvia). *Ophelia*. 10: 67-74 pp.
- ◆ Vahl O. 1973. Efficiency of particle retention in *Chlamys islandica* (O.F. Muller). *Astarte*. 6: 21-25 pp.
- ◆ Vanderploeg H.A., T.F. Nalepa y J.R. Liebig. 1991. Filtration rate and particle retention efficiency of *Lampsilis radiata siliquoidea* on artificial particles and natural seston of Lake St. Clair. The 34th Conference Of The International Association For Great Lakes Research, Buffalo, NY (USA) 1991. Program and Abstracts. 127 p.
- ◆ Vannuccini S. 2002. World Aquaculture. FAO, FIDI. Globefish. (Página en línea) World production and trade of mollusks. Beijing, 23 –27 April. Disponible en: http://www.globefish.org/presentations/Molluscs/Svannuccinmolbeijing2_files/frame.htm. Acceso 2003, 27 de octubre.
- ◆ Velasco-Blanco G. 1997. Cultivo larvario a nivel piloto del callo de hacha *Atrina maura* Sowerby y de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus* Sowerby con dos especies de microalgas. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada B.C. México. 59 pp.
- ◆ Villavicencio, G. 1997: Acondicionamiento gonadal, desarrollo embrionario y cultivo de larvas de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus* (Sowerby, 1833), alimentadas con cuatro especies de microalgas. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar, Guaymas. Unidad la Paz. 1997. 93 pp.

- ◆ Villiers C.J., A.N. Hodgson, B.R. Allanson. 1989. Effect of salinity and temperature on the filtration rate and distribution of *Solen cylindraceus* (Hanley). 23 European Marine Biology Symp., Swansea (UK), 1988. En: Ryland J.S; Tyler P.A. (eds). Reproduction, Genetics And Distributions Of Marine Organisms. 459-465 pp., Int. Symp. Ser.
- ◆ Wallengren H. 1905. Zur Biologie der Muscheln. 1. Die Wasserströmungen. *Lunds Univ. Arsskr. Afd.* [NF]. 2(1): 1-64 pp.
- ◆ Walne P.R. 1972. The influence of current speed, body size, and water temperature on the filtration rate of five species of bivalves. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 52: 345-374 pp.
- ◆ Widdows J. 1976. Physiological adaptations of *Mytilus edulis* to cyclic temperatures. *J. Comp. Physiol.* 105: 115-128 pp.
- ◆ Widdows J. y B.L. Bayne. 1971. Temperature acclimation of *Mytilus edulis* with reference to its energy budget. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 51: 827-843 pp.
- ◆ Wildish D.J., D.D. Kristmanson, R.L. Hoar, A.M. DeCoste, S.D. McCormick y A.W. White. 1987. Giant scallop feeding and responses to flow. *J. Mar. Biol. Ecol.* 113: 207-220 pp.
- ◆ Winter J.E. 1970. Filter feeding and food utilisation in *Artic islandica* L. and *Modiolus modiolus* L. at different food concentrations. In: J.H. Steele (ed.). Marine food chains. University of California Press. Berkeley California. 196-206 pp.
- ◆ Winter J.E. 1973. The filtration rate of *Mytilus edulis* end its dependence on algal concentration, measured by a continuous automatic apparatus. *Mar. Biol.* 22: 317-328 pp.
- ◆ Winter J.E. 1978. A review on the knowledge of suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. *Aquaculture.* 13: 1-33 pp.
- ◆ Yang X., X. Lin, X. Ji, Z. Xu, y C. Huang. 2000. The effects of light intensity, temperature and salinity on the filtration rate of *Perna viridis*. *Mar. Sci. /Haiyang Kexue.* Qingdao. 24(6): 36-39 pp.
- ◆ Yonge C.M. 1925. The hydrogen ion concentration in the gut of certain lamellibranchs and gastropods. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 13: 938-952 pp.
- ◆ Yu N. y D.A. Culver, 1999. Estimating the effective clearance rate and refiltration by zebra mussels, *Dreissena polymorpha*, in a stratified reservoir. *Freshwater Biology.* 41(3): 481-492 pp.