

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLOGICAS

“EFECTO DE DIFERENTES IRRADIANCIAS SOBRE LA
SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE POSLARVAS DE ABULON
AZUL *Haliotis fulgens* (MOLLUSCA: GASTROPODA),
ALIMENTADAS CON LA DIATOMEA *Navicula incerta*”.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFIA COSTERA

PRESENTA:

Arturo Esparza Hernández.

ENSENADA, B. C.

MAYO DE 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLOGICAS

“EFECTO DE DIFERENTES IRRADIANCIAS SOBRE LA
SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE POSLARVAS DE ABULON
AZUL *Haliotis fulgens* (MOLLUSCA: GASTROPODA),
ALIMENTADAS CON LA DIATOMEA *Navicula incerta*”.

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFIA COSTERA**

PRESENTA

Arturo Esparza Hernández.

ENSENADA, B. C.

MAYO DE 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

“EFECTO DE DIFERENTES IRRADIANCIAS SOBRE LA
SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE POSLARVAS DE ABULON
AZUL *Haliotis fulgens* (MOLLUSCA: GASTROPODA),
ALIMENTADAS CON LA DIATOMEA *Navicula incerta*”.

TESIS

Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Oceanografía Costera

Presenta

Arturo Esparza Hernandez.

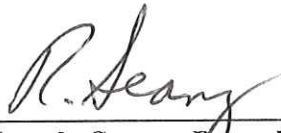
Ensenada, B. C., mayo de 1999.

“EFECTO DE DIFERENTES IRRADIANCIAS SOBRE LA
SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE POSLARVAS DE ABULON
AZUL *Haliotis fulgens* (MOLLUSCA: GASTROPODA),
ALIMENTADAS CON LA DIATOMEA *Navicula incerta*”.

Tesis que presenta

Arturo Esparza Hernández

Aprobada por :



M. C. Ricardo Searcy Bernal
Presidente del jurado



M. C. Casandra Anguiano Beltrán
Sinodal



Dr. Jose A. Zertuche González
Sinodal

Vengo del Mar, del ciego Mar, del multiforme y áspero y terrible y verde y negro y espumoso y tormentoso Mar señores.

Soy un pez, un pirata. Un barco ebrio, un tritón, una nutria, un amoroso amante de sirenas, un raptor de doncellas que sueñan con la lluvia, el cadáver de un náufrago, el golpe de las olas, el árbol en la isla del tesoro, el bajel destrozado contra el témpano, la tabla a la que se aferran las manos rotas del desesperado, las hileras de dientes del tiburón voraz.

Vengo del Mar, del cielo reflejado en un safiro magistral, de su sal que hace llagas, del banco coralino, de los sargazos.

Soy el barco fenicio que mis antepasados tallaron como un cisne: mis velas se despliegan en el viento como Mariposa y son azules, pero soy el tifón, el brillo de la perla, soy la espuma o la sombra, soy abisal, soy el pez que ilumina, soy el más bello caracol, soy por eso infinito y voy a ser poeta y busco Luna.

Ella me espera bajo un arcoiris. ¿Quién ha visto volar la eternidad bajo el ala de su sombrero blanco? Están ciegos, víctimas de su deslumbramiento pues no la han visto, ella está en todas partes.

Ella me espera frente al Mar, no sabe como soy, pero ella y las gaviotas sabrán reconocirme porque vengo del Mar.

Vengo del ancho Mar, del hondo y ronco y lento y tempestuoso Mar señores, y solo busco Luna para hacer juntos... el poema.

E. B.

Dedicatoria

Los que ya no estan.

A mi Lupe. Te ví muchas veces. No te conocí.

A mi Tito. Por lo que aprendí de tí. Tu cátedra se perdió en el camino. Seguiste tu.

**A mi abuelita Estefanía. Abuelita de atole y de pán de trigo. Te mantengo en tu patio
que ya no está.**

**A mi abuelita Pachita. Por haber bendecido a mi hija. No te fuiste sola, te llevaste las
mejores tortillas de harina.**

Para Yadira, mi amada Hija.

A las más bellas flores de mi jardín; llevan el mismo nombre.

A Dios, por el don de la vida.

A mis padres, Guadalupe y Arturo.

A mis hermanos; Guadalupe, Alonso y Juan.

A mi ahijado Esahí.

A mi sobrino Alonsito.

A mis suegros, Antonio y María.

A mi esposa. Por estar siempre ahí. Por las lecciones de valentía. Por los momentos de amor y por sus frutos.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el apoyo económico durante mis años de maestría.

A mi casa de estudios UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA, especialmente a la FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS.

Al INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLOGICAS, por permitirme realizar mi trabajo en sus instalaciones.

Al H. Comité de Posgrado, por su paciencia, buena voluntad y confianza en mi.

Al M. C. Ricardo Searcy Bernal, por tomar en sus manos el compromiso de mi formación y darme la confianza de formar parte de su equipo.

A la M. C. Casandra Anguiano Beltrán por prestarle importancia a mi trabajo y enriquecerlo con sus comentarios. Por ser ante todo una profesional.

Al Dr. José A. Zertuche González por su apoyo y valiosas aportaciones a este trabajo.

A la Sociedad Cooperativa Emancipación por haberme propocionado las larvas de abulón necesarias para este estudio.

RESUMEN

Durante febrero de 1997 se realizó un experimento en donde se evaluó la sobrevivencia y crecimiento de poslarvas de abulón azul *Haliotis fulgens* en cuatro diferentes intensidades luminosas, 6, 24, 47 y 75 μE , utilizando la diatomea bentónica *Navicula incerta* como alimento. Las poslarvas, de 11 días de edad, fueron colocadas en unidades experimentales con capacidad para dos litros de agua previamente inoculadas con esta diatomea. Se realizaron evaluaciones semanales por medio de videograbaciones. Las imágenes se procesaron mediante análisis digital para estimar tamaño de la concha poslarval y se realizaron conteos de conchas para determinar la mortalidad.

El porcentaje de sobrevivencia a los 28 días fluctuó entre 3.5% y 89.4% con las mayores sobrevivencias en la intensidad luminosa más baja (6 μE). La menor sobrevivencia se registró a una intensidad luminosa de 47 μE , aunque no hubo diferencias significativas con respecto a los tratamientos de 24 y 75 μE respectivamente. La tasa de crecimiento global durante el periodo de estudio fue mayor en 6 μE con $37.1 \mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ y la menor de $21.1 \mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ para la intensidad de 47 μE .

En el presente trabajo se concluyó que las poslarvas de abulón azul *H. fulgens* bajo las condiciones particulares de este estudio, tienen mejor sobrevivencia y crecimiento a bajas intensidades luminosas (6 μE).

CONTENIDO

I. INTRODUCCION	1
I.1 Antecedentes	3
I.2 Objetivos	5
II. MATERIALES Y METODOS	6
II.1 Origen de larvas y poslarvas de abulón azul <i>H. fulgens</i>	6
II.2 Diseño experimental	6
II.3 Obtención y manejo de la diatomea bentónica <i>N. incerta</i>	9
II.4 Análisis de la sobrevivencia y crecimiento de poslarvas de <i>H. fulgens</i>	9
II.5 Análisis del desarrollo de la biopelícula de diatomeas	10
II.6 Análisis digital de imágenes	10
II.7 Análisis estadístico	11
III. RESULTADOS	12
III.1 Ecuación de calibración de lux a μE	12
III.2 Sobrevivencia	12
III.3 Longitud	17
III.4 Tasa de crecimiento	21
III.5 Desarrollo de la biopelícula de diatomeas	25
IV. DISCUSION	33
IV.1 Desarrollo de la biopelícula de diatomeas	33
IV.2 Sobrevivencia	33
IV.3 Longitud y crecimiento	36
IV.4 Consideraciones metodológicas	40
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
VI. LITERATURA CITADA	42
VII. ANEXO	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema experimental utilizado en este estudio.

8

Figura 2. Relación entre las mediciones de intensidad luminosa en lux y μE en el sistema experimental.

13

Figura 3. Supervivencia de poslarvas de *H. fulgens* en diferentes intensidades luminosas, durante el periodo experimental. Las barras verticales son errores estándar (n=4).

14

Figura 4.- Variación de la longitud de *H. fulgens* a diferentes intensidades luminosas durante el periodo de estudio. Las barras verticales son errores estándar (n=4).

18

Figura 5. Tasas de crecimiento ($\mu\text{m}/\text{dia}$) de poslarvas de *H. fulgens* sometidas a diferentes intensidades luminosas. Las barras verticales son errores estándar (n=4).

22

Figura 6. Variación en la densidad de las diatomeas en el fondo de los recipientes experimentales, sujetos a diferentes intensidades luminosas durante el periodo de estudio. Las barras verticales son errores estándar (n=4).

26

Figura 7. Porcentaje de contribución de la diatomea *N. incerta* a la biopelícula de diatomeas para las diferentes intensidades luminosas a lo largo del periodo experimental. Las barras verticales son errores estándar (n=4).

29

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Análisis de varianza para la sobrevivencia de poslarvas de *H. fulgens* sometidas a cuatro intensidades luminosas en cada uno de los tres muestreos realizados.

15

Tabla II. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias significativas para el porcentaje de sobrevivencia a los 28 días en poslarvas de *H. fulgens* a un $\alpha= 0.008$.

16

Tabla III. Análisis de varianza para la longitud de poslarvas de *H. fulgens* sometidas a cuatro diferentes intensidades luminosas en cada uno de los tres muestreos realizados.

19

Tabla IV. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias significativas para la longitud en poslarvas de *H. fulgens* a un $\alpha=0.008$.

20

Tabla V. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento de poslarvas de *H. fulgens* sometidas a cuatro intensidades luminosas en cada uno de los tres muestreos realizados.

23

Tabla VI. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias significativas para la tasa de crecimiento de *H. fulgens* a un $\alpha= 0.008$ en diferentes intensidades luminosas.

24

Tabla VII. Análisis de varianza para la densidad de diatomeas sometidas a cuatro intensidades luminosas, en cada uno de los muestreos realizados.

27

Tabla VIII. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias significativas con respecto a la intensidad luminosa a los 28 días para la densidad de diatomeas a un $\alpha = 0.008$

28

Tabla IX. Análisis de varianza para el porcentaje de aportación de *N. incerta* a la biopelícula, sometidas a cuatro diferentes intensidades luminosas en cada uno de los tres muestreos realizados.

31

Tabla X. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias con respecto a la intensidad luminosa a los 28 días para el porcentaje de aportación de *N. incerta* a un $\alpha = 0.008$.

32

Tabla XI. Comparación de la tasa de crecimiento de poslarvas de *H. fulgens* en diferentes periodos y temperaturas, reportada por diferentes autores.

38

ANEXO

Tabla XII. Estadísticas básicas para el porcentaje de sobrevivencia de poslarvas de *H. fulgens* a los 7, 21 y 28 días respectivamente, para las cuatro intensidades luminosas.

47

Tabla XIII. Estadísticas básicas para la longitud (mm) de poslarvas de *H. fulgens* a los 7, 21 y 28 días, para las cuatro intensidades luminosas.

48

Tabla XIV. Estadísticas básicas para la tasa de crecimiento ($\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$) de poslarvas de *H. fulgens* a los 7, 21 y 28 días, así como la tasa global durante el periodo experimental, para las cuatro intensidades luminosas. n. d. : no determinado.

49

Tabla XV. Estadísticas básicas para los promedios de la densidad de diatomeas ($\text{cel} \cdot \text{mm}^2$) a los 7, 14 y 28 días respectivamente, para las cuatro intensidades luminosas.

50

Tabla XVI. Estadísticas básicas para el porcentaje de aportación de *N. incerta* a la biopelícula a los 7, 14 y 28 días respectivamente, para las cuatro intensidades luminosas.

51

I. INTRODUCCIÓN

El recurso abulonero se ha visto disminuído drásticamente en las últimas décadas en México, por lo que se ha dado amplio impulso a la acuacultura de este recurso, tanto en nuestro país como en otras partes del mundo (Searcy-Bernal, *et al.*, 1988; Guzmán del Proó, 1992). Por lo anterior se han implementado granjas para la producción de semilla de abulón (*Haliotis spp.*) en diferentes lugares de Baja California y Baja California Sur, con el propósito de lograr el repoblamiento del recurso y su engorda hasta la talla comercial (Salas-Garza y Searcy-Bernal, 1992).

Para colaborar en este contexto, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, ha desarrollado proyectos de investigación sobre la acuacultura de abulón (Searcy-Bernal, *et al.*, 1992a), principalmente de las especies *H. fulgens* (abulón azul) y *H. rufescens* (abulón rojo).

El abulón azul (*H. fulgens*) es la especie más importante comercialmente en México debido a que constituye la mayor parte de las capturas (Guzmán del Proó, 1992). Su distribución va desde Point Conception, California, Estados Unidos, hasta Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Aunque el abulón azul puede crecer hasta 25 cm la mayoría de los adultos miden entre 13 a 20 cm y se puede encontrar desde la zona intermareal hasta los 20 m de profundidad, aunque la mayoría se encuentra entre los 3 y 7 m (Cox, 1962).

La drástica disminución de la producción de abulón durante las últimas décadas ha motivado el impulso de su acuacultura (Searcy-Bernal, R. *et al.*, 1988). Actualmente en Baja California existen 8 granjas del sector privado y cooperativista que se dedican a la acuacultura de abulón. De éstas, 6

cooperativas dirigen sus esfuerzos a la producción de abulón azul (McBride, 1998).

El cultivo de abulón inicia comunmente con la recolección de progenitores y su posterior inducción al desove. Una vez obtenidos los gametos se provoca la fertilización, con lo cual se obtienen las larvas en cuya etapa de cultivo (4 a 10 días) se alcanzan sobrevivencias de hasta 95 %. En esta etapa no se requiere la adición de alimento; sin embargo, una vez alcanzado el asentamiento y metamorfosis se inicia la alimentación. Contrariamente a la fase larval, en los primeros días de la etapa poslarval ocurren altas mortalidades (Hooker y Morse, 1985; Hahn, 1989).

Después de la metamorfosis, las poslarvas de abulón inician su comportamiento de pastoreo sobre la superficie de cultivo, colonizada por biopelículas de diatomeas (Hooker y Morse, 1985), por lo que una vez que se agotan las reservas vitelinas adquiere gran importancia la primera dieta particulada provista a las poslarvas de abulón (McBride, 1990). La principal fuente de alimento para los juveniles de abulón recién asentados son las diatomeas bentónicas, las cuales se deben proveer a niveles adecuados hasta el momento en que se empiecen a alimentar con macroalgas (Hahn, 1989). Norman-Boudreau, *et al.* (1986), encontraron en tractos digestivos de poslarvas recién metamorfozadas de abulón (*H. rufescens* x *H. kamtchatkana*) diatomeas del Orden Pennales, con un ancho menor a 10 μm y una longitud máxima de 30 μm .

La intensidad luminosa y el fotoperiodo son factores importantes para el desarrollo de las diatomeas y para acelerar su crecimiento pueden ser necesarios tanto los nutrientes como el uso de luz natural o artificial (Hahn, 1989).

En el presente trabajo se evalúa el efecto de la intensidad luminosa en el desarrollo de la biopelícula de diatomeas y su relación con el crecimiento y sobrevivencia de poslarvas de abulón azul (*H. fulgens*).

I.1 Antecedentes.

Aunque la importancia de la intensidad luminosa en las diferentes fases del cultivo del abulón ha sido considerada por la mayoría de los cultivadores, con prácticas comunes de sombreado de tanques, se han realizado pocos estudios formales para determinar el efecto de la intensidad luminosa en el comportamiento alimenticio de los abulones así como en su sobrevivencia y crecimiento.

Rho (1991), encontró que los estadios de vida nadadora, trocófora y veliger, del abulón *Haliotis discus hannai* presentaban un comportamiento geostático negativo. Aunque no encontró reacciones fototácticas en las larvas, encontró que las veliger perdían su geostasia negativa después de 72 a 90 horas de presentada la eclosión. Yano y Ogawa (1977), encontraron que en ausencia de luz, las larvas tanto trocóforas como veliger de *H. gigantea* se agrupaban en mayor densidad en la parte superior del tanque.

Existen pocos estudios relacionados con los efectos de la irradiancia sobre el crecimiento y sobrevivencia de poslarvas de abulón. McBride (1990), realizó estudios sobre los efectos de la dieta y la irradiancia en el crecimiento y sobrevivencia de poslarvas de *Haliotis rufescens*. Encontró que poslarvas de abulón rojo tuvieron mayor crecimiento y sobrevivencia a niveles de irradiancia de 50 a 60 $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (μE). Según Beardall y Morris (1976) (citado por McBride, 1990), cuando las diatomeas se someten a diferentes irradiancias pueden responder de dos formas distintas, incrementando la cantidad de clorofila a por

célula o incrementando la razón fotosintética. En su estudio, McBride encontró que la clorofila a no aumentó en las células en irradiancias tan bajas como 15 a 25 μE ; sin embargo, la razón fotosintética aumentó en irradiancias de 50 a 60 μE . De este modo, sugiere que los abulones se pueden beneficiar del incremento en la concentración de oxígeno en altas irradiancias.

Admiraal, (1977) encontró que las diatomeas bentónicas *Amphiprora paludosa*, *Nitzschia dissipata* y *Navicula arenaria* presentaban una mayor razón de crecimiento en un intervalo de 2.5 a 5 $\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ (29 a 58 $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) a 20 °C y un fotoperiodo de 16 h.

Shibui (1971) y Uki (1981) (citados por McBride, 1990), mencionan que la intensidad de luz necesaria para que las diatomeas se desarrollen, puede provocar inhibición en el crecimiento de las poslarvas de abulón, ya que el comportamiento alimentario de los juveniles de abulón se ve limitado con irradiancias elevadas. Por lo anterior aparentemente las mayores razones de crecimiento se alcanzan en condiciones de sombreado.

I.2 Objetivos.

1.- Evaluar la sobrevivencia de poslarvas de abulón azul (*H. fulgens*), sometidas a cuatro intensidades luminosas en el laboratorio.

2.- Evaluar el crecimiento de poslarvas de *H. fulgens*, sometidas a cuatro intensidades luminosas en el laboratorio.

3.- Evaluar el desarrollo de la biopelícula de diatomeas en cuatro intensidades luminosas y su relación con la sobrevivencia y crecimiento de poslarvas de *H. fulgens*.

II. MATERIALES Y METODOS

II. 1 Origen de larvas y poslarvas de abulon azul (*H. fulgens*)

Las larvas de abulón azul (*H. fulgens*) utilizadas para este estudio, fueron proporcionadas por el laboratorio de la Soc. Coop. Emancipación, ubicada en Puerto Nuevo, Baja California Sur, México, dentro del marco de las actividades de colaboración entre la empresa y el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.). Un lote de larvas veliger de 6 días de edad se trasladó al I.I.O. en el mes de Febrero de 1997 por vía terrestre.

Las larvas fueron inducidas a la metamorfosis un día después de su llegada al I.I.O., utilizando como inductor el ácido gamma-aminobutírico (GABA) a una concentración de 1.5 mM (Searcy-Bernal y Anguiano-Beltrán, 1998).

Una vez llevada a cabo la metamorfosis, los recipientes de cultivo se inocularon con la diatomea bentónica *Navicula incerta*, siguiendo técnicas estándar (Searcy- Bernal, *et al.*, 1992b) a una concentración de $250 \text{ cel} \cdot \text{mm}^{-2}$. Los recipientes se colocaron en una cama de fibra de vidrio dentro de un laboratorio con condiciones controladas de temperatura ($17 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$), suministro de aire e intensidad luminosa constantes y recambios de agua cada dos días.

II. 2 Diseño experimental

Las unidades experimentales consistieron en recipientes con capacidad de un litro, los cuales tuvieron suministro de aire y agua de mar filtrada a $5 \mu\text{m}$ a razón de $50 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, por medio de un reservorio de agua provisto con un

flotador y válvula que garantizaron una altura de columna de agua y flujo constantes.

Las unidades experimentales estuvieron colocadas en una cama de agua, para ayudar a mantener la temperatura constante, que contó con un efluente que permitió drenar continuamente el excedente de agua. La fuente luminosa (lámparas fluorescentes de tipo luz de día, Philips F96T12/D/XPT 75 W) estuvo colocada directamente sobre las unidades de experimentación para garantizar la incidencia perpendicular de la irradiancia (fig. 1). La temperatura del agua en el área experimental se mantuvo en $17\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ con la ayuda de un aparato de aire acondicionado. Las unidades experimentales fueron colocadas de manera aleatoria en la cama de experimentación para eliminar el efecto de la posición en la obtención de los resultados.

Los tratamientos experimentales consistieron en cuatro intensidades luminosas, similares a las encontradas en sistemas de cultivo comerciales (6, 24, 47 y 75 μE) con cuatro réplicas cada una en un arreglo por bloques. Para simular las cuatro intensidades luminosas requeridas para el experimento se colocaron diferentes cantidades de mallas sobre cada recipiente.

Previo a los experimentos, se hicieron mediciones de intensidad luminosa en distintos puntos del sistema experimental con un irradiómetro marca Licor modelo LI-192S (sensor plano) y un fotómetro portátil modelo LX-101 que proporcionó mediciones en lux, con lo cual se construyó una curva de calibración para transformar los lux a μE , que es la unidad usual en este tipo de estudios.

El 7 de Febrero de 1997, 11 días después del asentamiento, las poslarvas que promediaron 345 μm de longitud, fueron anestesiadas con benzocaína (Tong, *et al.*, 1992) siguiendo métodos previamente estandarizados.

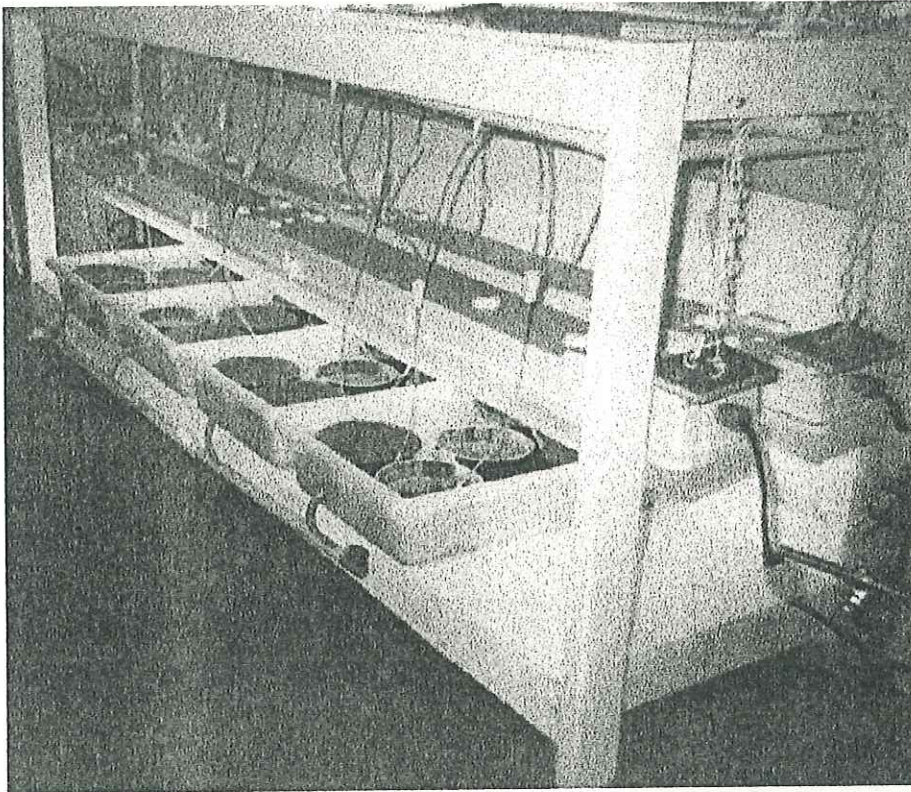


Fig. 1. Sistema experimental utilizado en este estudio

Inmediatamente después de que las poslarvas entraron en la etapa de letargo, se trasladaron a cada uno de los recipientes de experimentación a una concentración de 1 poslarva · cm⁻² (176 por recipiente) inoculados un día antes con *Navicula incerta* a una concentración de 200 cel · mm⁻².

II. 3 Obtención y manejo de la diatomea bentónica *Navicula incerta*

Las diatomeas (*Navicula incerta*) necesarias para alimentar a las poslarvas de *H. fulgens* fueron proporcionadas por el laboratorio de Microalgas del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.) de la Universidad Autónoma de Baja California (U.A.B.C.). Las características de esta diatomea, como un crecimiento rápido y una longitud aproximada de 12 µm, la convierten en un alimento adecuado para poslarvas de abulón. La determinación de la densidad celular se realizó de manera directa por medio de conteos por duplicado en hematocitómetro (Neubauer). Debido a la tendencia de esta diatomea a formar grumos se utilizó un sonicador (Branson 1200, 50/60 Hz) acompañado de burbujeo leve con una pipeta plástica de 1 ml para separar las células. El tiempo de sonicado se estandarizó a 5 minutos, ya que no se observó ningún daño estructural en la pared celular de las diatomeas en pruebas preliminares.

II. 4 Análisis de la sobrevivencia y crecimiento de poslarvas de *H. fulgens*

Para comparar el efecto de la intensidad luminosa sobre la sobrevivencia de poslarvas de *H. fulgens*, se hizo limpieza a los 7, 14, 21 y 28 días de iniciado el estudio en los recipientes de experimentación, colectando las conchas por medio de un tamiz para su posterior conteo con ayuda de un microscopio estereoscópico (American Optical).

Para comparar el efecto de la intensidad luminosa sobre el crecimiento de poslarvas de *H. fulgens* se realizaron videograbaciones con una cámara SONY Modelo SSC-C374 CCD adaptada a un microscopio estereoscópico (American Optical). Se aprovechó la limpieza semanal de los recipientes de cultivo, dejándolos con una pequeña columna de agua de alrededor de 1 cm de espesor para realizar las tomas, haciendo barridos perpendiculares sobre el fondo del recipiente, para su posterior análisis. Se incluyeron tomas de un micrómetro de platina como referencia para calibrar las mediciones.

II. 5 Análisis del desarrollo de la biopelícula de diatomeas

Para comparar el desarrollo de la biopelícula en las diferentes irradiancias se tomaron 2 muestras representativas por recipiente a los 7, 14 y 28 días de iniciado el experimento, por medio de un colector cilíndrico de PVC con un área de 5.72 cm². Este estaba provisto de un empaque de hule en uno de sus extremos que permitía un sellado hermético para aislar el interior, y poder tomar muestras cuantitativas del fondo con ayuda de un pincel. Las muestras se preservaron con formol a una concentración del 5 % y posteriormente se cuantificaron por medio de un hematocitómetro con ayuda de un microscopio compuesto (American Optical). Adicionalmente, en cada uno de los muestreos se determinó el porcentaje de aportación de *N. incerta* a la asociación de diatomeas.

II. 6 Análisis digital de imágenes

Las imágenes capturadas se digitalizaron utilizando el paquete Apple Video Player en una computadora Apple Macintosh Performa 6200CD Power PC. La medición de poslarvas se realizó con el programa NIH Image, versión 1.59.

II.7 Análisis estadístico

En el análisis de la sobrevivencia y crecimiento poslarval, así como de la densidad de diatomeas y la contribución de *N. incerta*, se realizaron análisis de varianza de dos vías considerando bloques y tratamientos (intensidades luminosas) como factores. Los porcentajes de sobrevivencia se transformaron previamente de acuerdo a la fórmula $y = \arcsin p^{1/2}$, donde p es la fracción de sobrevivencia.

Los análisis de varianza que mostraron significancia a un $\alpha = 0.05$ se sometieron a análisis de comparaciones múltiples (LSD: Diferencia mínima significativa) a un $\alpha = 0.008$, para mantener el α global de 0.05 (Steel and Torrie, 1980).

III. RESULTADOS

III.1 Ecuación de calibración de lux a μE

La relación entre lux y μE se ajustó adecuadamente a una línea recta con un $R^2 = 0.9687$ (Fig. 2), proporcionando la siguiente ecuación de calibración : $\mu E = -0.5874 + 0.0164 \text{ lux}$. De esta forma, las intensidades experimentales de 6, 24, 47 y 75 μE correspondieron a 402, 1499, 2902 y 4609 lux, respectivamente.

III.2 Sobrevivencia.

La sobrevivencia de poslarvas se mantuvo por arriba del 90% durante la primera semana para las cuatro intensidades luminosas probadas en el experimento (Fig. 3). Para la tercera semana (21 días), los tratamientos con intensidades luminosas menores tuvieron un promedio de sobrevivencia mayor que los tratamientos con intensidades luminosas más altas. Al finalizar el experimento a los 28 días la supervivencia fue marcadamente mayor en el tratamiento con intensidad luminosa de 6 μE , ya que se mantuvo una sobrevivencia promedio del 89.4 %, mientras que, en los tratamientos restantes la sobrevivencia fue menor al 21 % con un mínimo de 3.5 % para la intensidad luminosa de 47 μE . En este punto es interesante señalar que en el último muestreo se presentó una variación muy alta en la sobrevivencia a los 75 μE , ya que se obtuvieron valores tan altos como 27.2 % y tan bajos como 1.35 % (Fig. 3; Tabla XII, anexo).

Los análisis de varianza de dos vías no demostraron diferencias estadísticamente significativas entre intensidades luminosas en los dos primeros muestreos. A los 28 días se demostraron diferencias significantes entre las intensidades luminosas. Del mismo modo, no hubo diferencias significativas con respecto a los bloques en todos los muestreos (Tabla I).

Las pruebas de comparaciones múltiples (LSD) mostraron una sobrevivencia significativamente mayor en la intensidad luminosa de 6 μE que en los demás tratamientos (Tabla II).

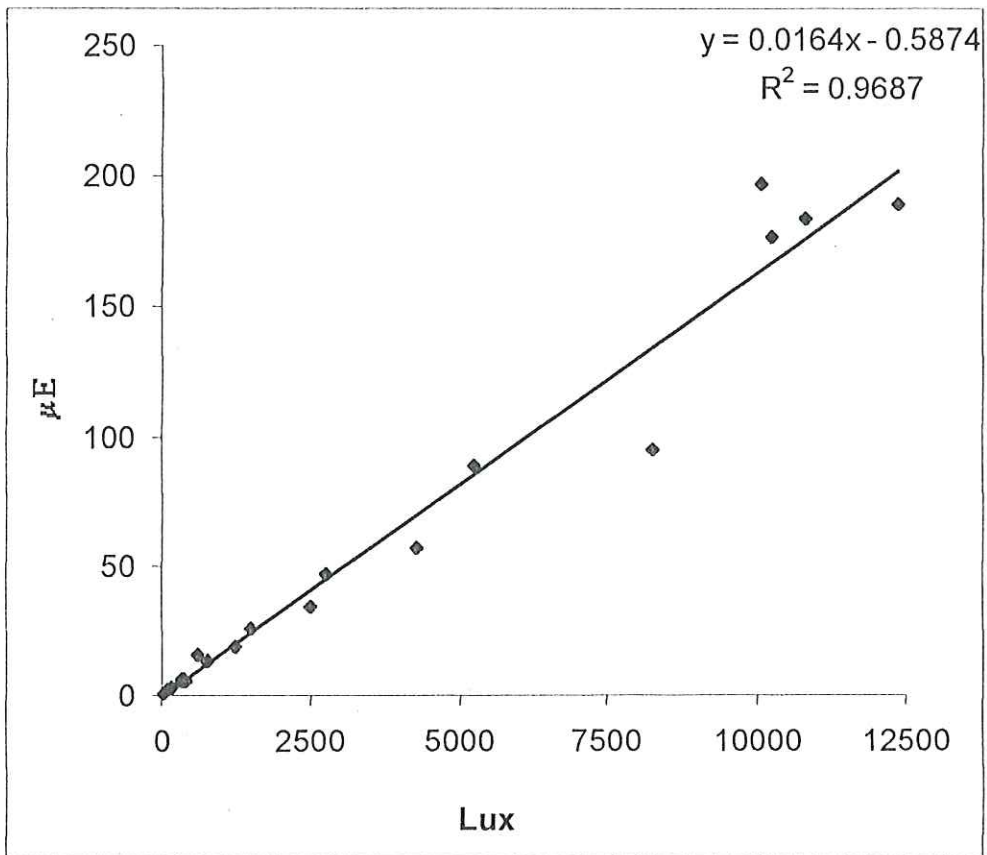


Fig. 2. Relación entre las mediciones de intensidad luminosa en lux y μE en el sistema experimental.

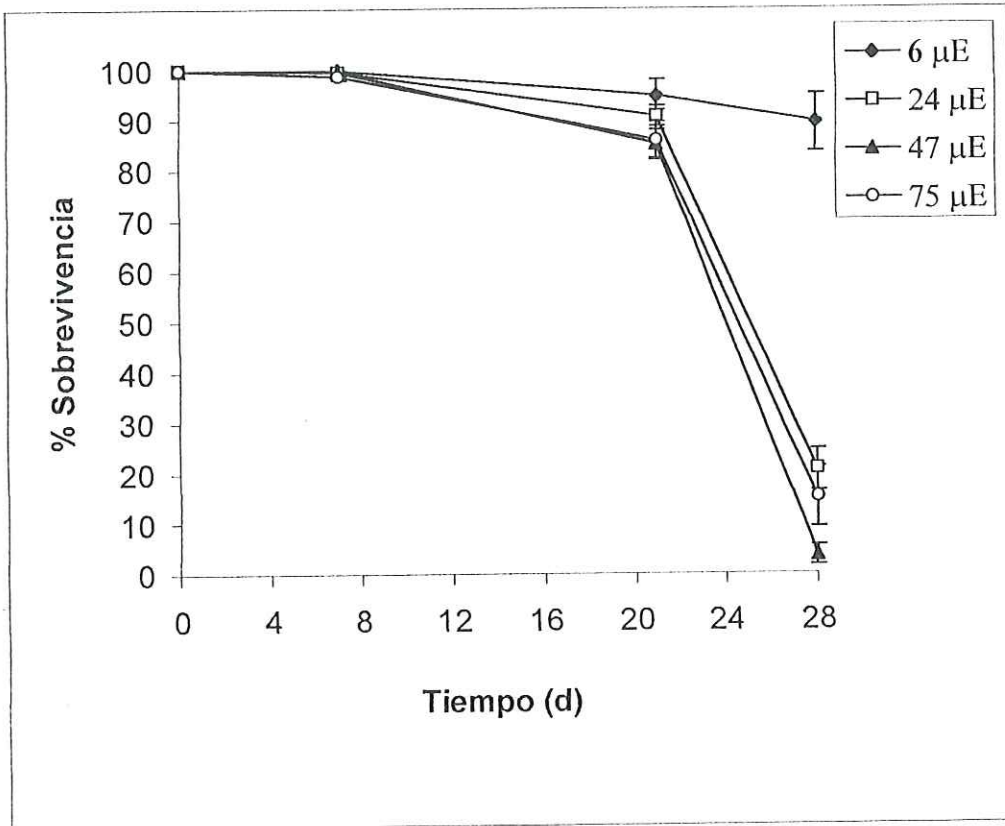


Fig. 3. Sobrevivencia de poslarvas de *H. fulgens* en diferentes intensidades luminosas, durante el periodo experimental. Las barras verticales son errores estándar (n=4).

Tabla I. Análisis de varianza para la sobrevivencia de poslarvas de *H. fulgens* sometidas a cuatro intensidades luminosas en cada uno de los tres muestreos realizados.

7 días

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	0.0050	3	0.0017	0.40	0.757
Bloques	0.0181	3	0.0060	1.44	0.293
Error	0.0377	9	0.0042		
Total	0.0609	15			

21 días

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	0.1046	3	0.0349	3.04	0.085
Bloques	0.0386	3	0.0129	1.12	0.390
Error	0.1031	9	0.0115		
Total	0.2463	15			

28 días

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	2.8142	3	0.9381	33.80	0.000
Bloques	0.0248	3	0.0083	0.30	0.826
Error	0.2498	9	0.0278		
Total	3.0888	15			

Tabla II. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias significativas para el porcentaje de sobrevivencia a los 28 días en poslarvas de *H. fulgens* a un $\alpha= 0.008$.

Int. luminosa	Promedio	Gpos. Homogeneos
47 μ E	3.50	X
75 μ E	15.25	X
24 μ E	20.73	X
6 μ E	89.41	X

III.3 Longitud.

Desde el primer muestreo (7 días) se observó una mayor longitud en las poslarvas que se sometieron a una intensidad luminosa de 6 μ E en comparación con los tratamientos restantes, ya que presentaron en promedio una longitud de 0.786 mm. mientras que en los tratamientos de 24, 47 y 75 μ E se observaron longitudes promedio de 0.619, 0.527 y 0.541 mm, respectivamente. A los 21 días de iniciado el experimento se mantuvo la misma condición con una longitud máxima promedio de 1.039 mm para la intensidad luminosa de 6 μ E y una mínima promedio de 0.616 mm para la intensidad luminosa de 47 μ E. Al final del experimento el patrón de longitudes se mantuvo con una talla máxima promedio de 1.384 mm para la intensidad luminosa de 6 μ E y una longitud mínima promedio de 0.935 mm para la intensidad luminosa de 47 μ E (Fig. 4; Tabla XIII, anexo).

Los análisis de varianza demostraron diferencias estadísticamente significativas entre intensidades luminosas en cada uno de los tres muestreos, manteniendo a las poslarvas del tratamiento de 6 μ E con la mayor longitud durante todo el experimento. No obstante, los análisis de varianza mostraron que no hubo diferencias significativas entre bloques para todos los muestreos, por lo que las diferencias de longitud se atribuyen directamente al efecto de la intensidad luminosa (Tabla III).

El análisis LSD reveló longitudes mayores en el tratamiento de 6 μ E con respecto a los demás tratamientos, para cada uno de los muestreos realizados. (Tabla IV).

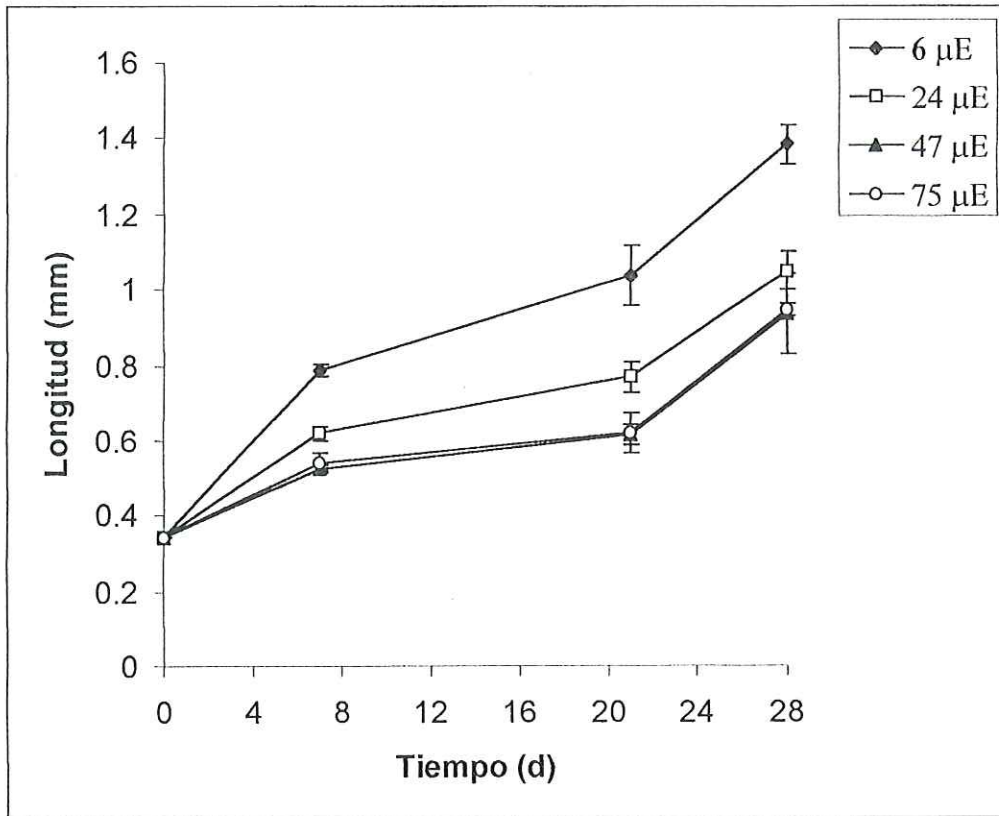


Fig. 4. Variación de la longitud de *H. fulgens* a diferentes intensidades luminosas durante el periodo de estudio. Las barras verticales son errores estándar (n=4).

Tabla III. Análisis de varianza para la longitud de poslarvas de *H. fulgens* sometidas a cuatro diferentes intensidades luminosas en cada uno de los tres muestreos realizados.

7 días

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	0.1693	3	0.0564	34.72	0.000
Bloques	0.0017	3	0.0006	0.34	0.797
Error	0.0146	9	0.0016		
Total	0.1856	15			

21 días

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	0.3710	3	0.1236	10.10	0.006
Bloques	0.0417	3	0.0139	1.14	0.398
Error	0.0857	7	0.0122		
Total	0.5514	13			

28 días

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	0.5256	3	0.1752	9.90	0.003
Bloques	0.0432	3	0.0144	0.81	0.518
Error	0.1593	9	0.0177		
Total	0.7281	15			

Tabla IV. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias significativas para la longitud en poslarvas de *H. fulgens* a un $\alpha= 0.008$.

7 días

Int. Luminosa	Promedio	Gpos. Homogeneos
47 μ E	0.5270	X
75 μ E	0.5415	X X
24 μ E	0.6193	X
6 μ E	0.7858	X

21 días

Int. Luminosa	Promedio	Gpos. Homogeneos
47 μ E	0.6167	X
75 μ E	0.6217	X
24 μ E	0.7690	X
6 μ E	1.0390	X

28 días

Int. Luminosa	Promedio	Gpos. Homogeneos
47 μ E	0.9348	X
75 μ E	0.9488	X
24 μ E	1.0515	X
6 μ E	1.3838	X

III.4 Tasa de crecimiento

Al inicio del experimento se registró un incremento mayor en la talla de las poslarvas sometidas a 6 y 24 μE , con una tasa de crecimiento promedio de 62.9 y 39.2 $\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ respectivamente, en comparación a las intensidades de 47 y 75 μE las cuales presentaron tasas de crecimiento de 26.0 y 28.1 $\mu\text{m}/\text{d}$. En el segundo muestreo se presentó un decremento en la tasa de crecimiento en todos los tratamientos, manteniéndose una tasa de crecimiento mayor en los tratamientos de 6 y 24 μE con 18.1 y 10.7 $\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ respectivamente. En el último muestreo se observó otro incremento general en las tasas de crecimiento. Las poslarvas sometidas a una intensidad luminosa de 6 μE mantuvieron una tasa mayor que las sometidas a los demás tratamientos con un promedio de 49.3 $\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$. La tasa de crecimiento global (0 a 28 días) fué mayor en el tratamiento de 6 μE con un valor de 37.10 $\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$, mientras que el valor más bajo se presentó en el tratamiento de 47 μE con una tasa de crecimiento promedio de 21.06 $\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ (Fig. 5; Tabla XIV, anexo).

Los análisis de varianza realizados con relación a las intensidades luminosas mostraron diferencias estadísticamente significativas en el primer muestreo, pero no así para los subsecuentes. Así mismo, se encontraron diferencias significativas entre las intensidades luminosas en la tasa de crecimiento global (0-28 días). No obstante los análisis de varianza no mostraron diferencias estadísticamente significativas con relación a los bloques para ninguno de los muestreos realizados (Tabla V).

La prueba de LSD para el primer muestreo mostró diferencias estadísticamente significativas entre la tasa de crecimiento promedio de poslarvas sometidas a una intensidad luminosa de 6 μE y los demás tratamientos, al igual que en la tasa global (Tabla VI).

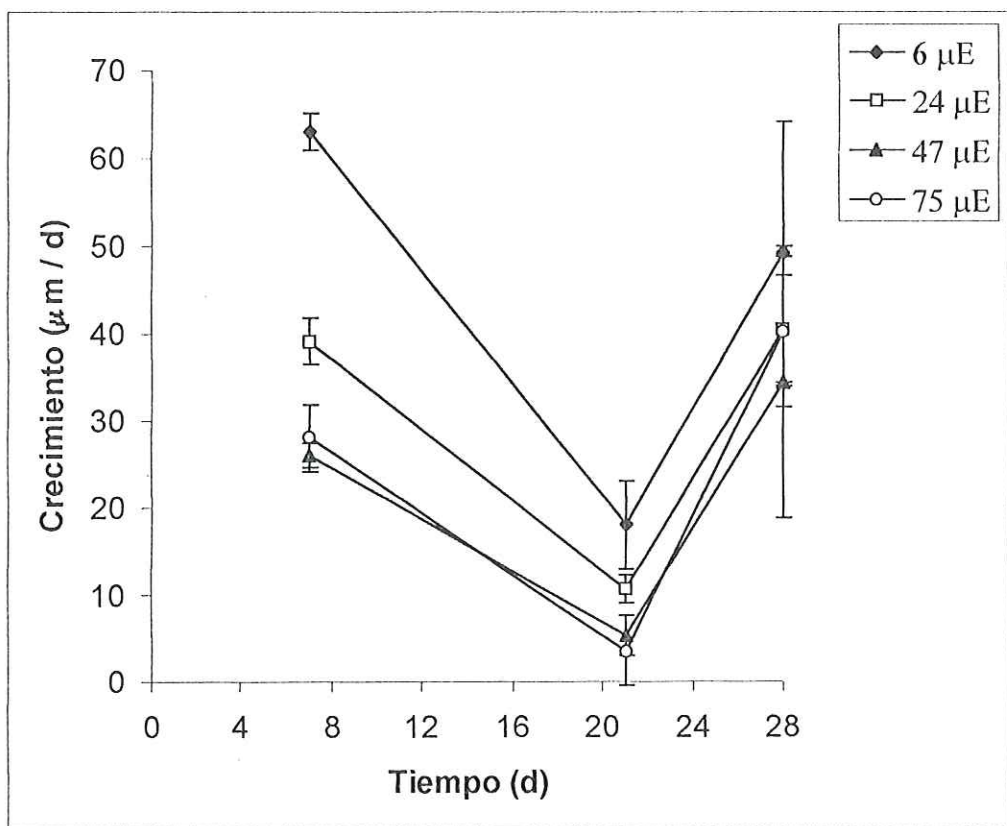


Fig. 5. Tasas de crecimiento ($\mu\text{m}/\text{dia}$) de poslarvas de *H. fulgens* sometidas a diferentes intensidades luminosas. Las barras verticales son errores estándar ($n=4$).

Tabla V. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento de poslarvas de *H. fulgens* sometidas a cuatro intensidades luminosas en cada uno de los tres muestreos realizados.

0 a 7 días

<i>Fuente de variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	3455.1243	3	1151.7081	34.72	0.000
Bloque	33.8710	3	11.2903	0.34	0.797
Error	298.5641	9	33.1738		
Total	3787.5594	15			

7 a 21 días

<i>Fuente de variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	328.1255	3	109.3751	2.68	0.127
Bloque	261.7926	3	87.2642	2.14	0.183
Error	285.8426	7	40.8346		
Total	910.3583	13			

21 a 28 días

<i>Fuente de variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	451.5439	3	150.5146	0.24	0.869
Bloques	1227.6441	3	409.2147	0.64	0.606
Error	5722.1090	9	635.7899		
Total	7401.2970	15			

0 a 28 días

<i>Fuente de variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	670.3924	3	223.4641	9.90	0.003
Bloques	55.0700	3	18.3567	0.81	0.518
Error	203.1964	9	22.5774		
Total	928.6588	15			

Tabla VI. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias significativas para la tasa de crecimiento de *H. fulgens* a un $\alpha= 0.008$ en diferentes intensidades luminosas.

0 a 7 días

Int. Luminosa	Promedio μ/d	Gpos. Homogeneos
47 μE	20.99	X
75 μE	23.05	X X
24 μE	34.16	X
6 μE	57.97	X

0 a 28 días

Int. Luminosa	Promedio μ/d	Gpos. Homogeneos
47 μE	21.06	X
75 μE	21.56	X
24 μE	25.23	X
6 μE	37.10	X

III.5 Desarrollo de la biopelícula de diatomeas.

En términos generales, la densidad de diatomeas aumentó durante el periodo de estudio. A los 7 días de iniciado el experimento se encontró que la densidad máxima de diatomeas totales fue de $3.57 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{mm}^{-2}$ en la intensidad luminosa de $75 \mu\text{E}$ y la densidad mínima fue de $1.89 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{mm}^{-2}$ para la intensidad luminosa de $6 \mu\text{E}$. Al final del experimento (28 días) se encontró una densidad máxima de $10.07 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{mm}^{-2}$ en el tratamiento de $75 \mu\text{E}$ y una densidad mínima de $1.15 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{mm}^{-2}$ para la intensidad luminosa de $6 \mu\text{E}$ (Fig. 6; Tabla XV, anexo).

El análisis de varianza con respecto a las intensidades luminosas mostró diferencias estadísticamente significativas en el último muestreo, a los 28 días de iniciado el experimento, observándose una marcada disminución en la densidad de diatomeas en el tratamiento de $6 \mu\text{E}$. Los análisis de varianza revelaron que no existieron diferencias estadísticamente significativas con respecto a los bloques en ninguno de los muestreos realizados (Tabla VII).

El análisis LSD mostró diferencias entre la densidad de diatomeas en el tratamiento de $6 \mu\text{E}$ y los demás tratamientos en el último muestreo (Tabla VIII).

Con respecto a la aportación de la diatomea bentónica *N. incerta* a la comunidad bentónica a los 7 días, representó más del 90 % para las cuatro intensidades luminosas, con una ligera disminución en el segundo muestreo y un decremento final en el último muestreo. La predominancia de *N. incerta* fue disminuyendo paulatinamente hasta el final del experimento para todos los tratamientos, mostrando valores mayores en el tratamiento de $6 \mu\text{E}$. A los 28 días se encontraron aportaciones para los tratamientos de 24, 47 y $75 \mu\text{E}$ de 74.6 %, 79.2 % y 68.4 % respectivamente y una aportación máxima para el tratamiento de $6 \mu\text{E}$ con un 88.1 % (Fig. 7; Tabla XVI, anexo).

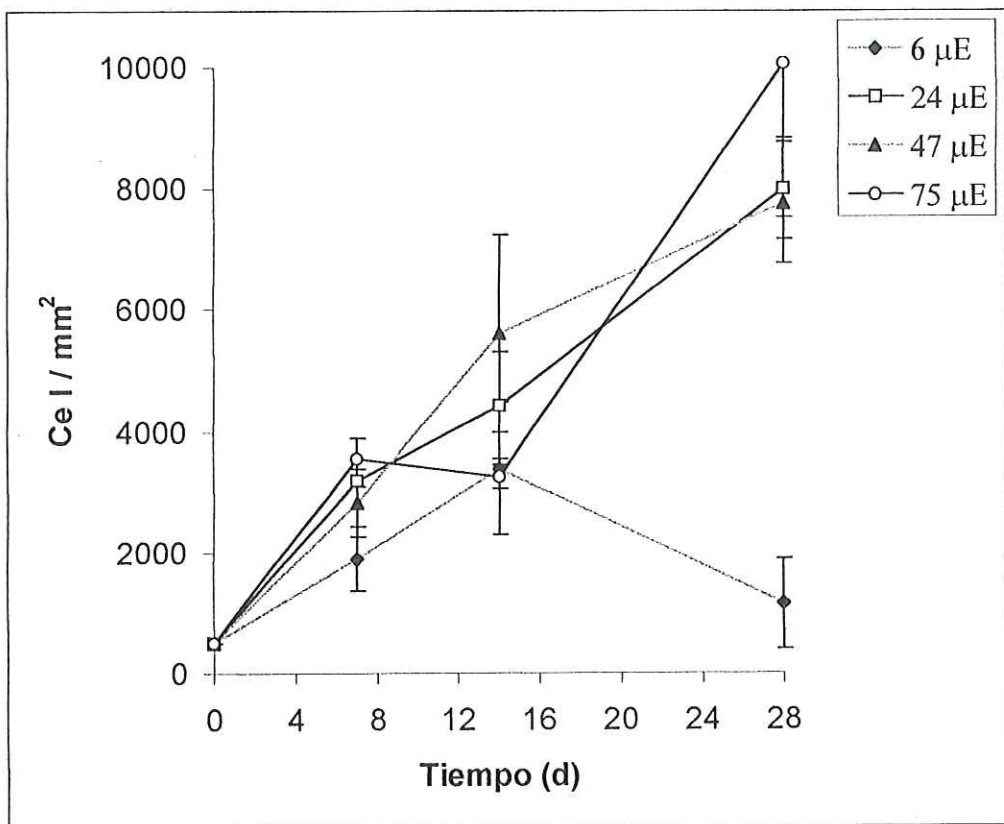


Fig. 6. Variación en la densidad de las diatomeas en el fondo de los recipientes experimentales, sujetos a diferentes intensidades luminosas durante el periodo de estudio. Las barras verticales son errores estándar (n=4).

Tabla VII. Análisis de varianza para la densidad de diatomeas sometidas a cuatro intensidades luminosas, en cada uno de los muestreos realizados.

7 días

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	6158796	3	2052932	2.68	0.100
Bloques	1567431	3	522477.1	0.68	0.585
Error	6885639	9	765071		
Total	14611866	15			

14 días

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	14626440	3	4875480	0.87	0.490
Bloques	5494370	3	1831457	0.33	0.806
Error	50291964	9	5587996		
Total	70412774	15			

28 días

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Intensidad luminosa	1.8E+08	3	60006837	8.93	0.004
Bloques	43435912	3	14478637	2.15	0.163
Error	60504939	9	6722771		
Total	2.84E+08	15			

Tabla VIII. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias significativas con respecto a la intensidad luminosa a los 28 días para la densidad de diatomeas a un $\alpha = 0.008$.

Int. Luminosa	Promedio	Gps. Homogeneos
6 μE	1149.34	X
47 μE	8007.16	X
24 μE	7763.14	X
75 μE	10071.27	X

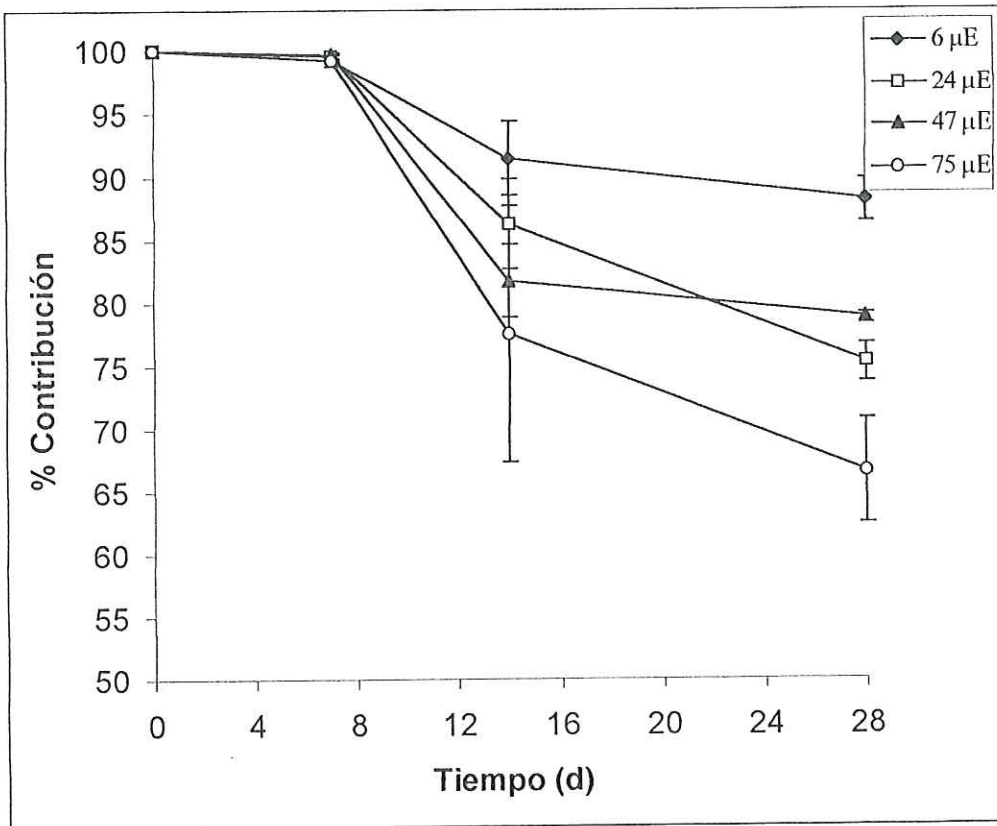


Fig. 7. Porcentaje de contribución de la diatomea *N. incerta* a la biopelícula de diatomeas para las diferentes intensidades luminosas a lo largo del periodo experimental. Las barras verticales son errores estándar (n=4).

En el último muestreo se presentaron diferencias estadísticamente significantes con respecto a la irradiancia (Tabla IX). El análisis LSD mostró diferencias entre 6 y 75 μE (Tabla X). Los análisis de varianza no mostraron diferencias significativas con respecto a los bloques en ninguno de los tres muestreos, al igual que en los dos primeros muestreos en relación a la intensidad luminosa.

Tabla IX. Análisis de varianza para el porcentaje de aportación de *N. incerta* a la biopelícula, sometidas a cuatro diferentes intensidades luminosas en cada uno de los tres muestreos realizados.

7 días

<i>Fuente de variacion</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Int. luminosa	0.825	3	0.2752	0.71	0.572
Bloque	1.662	3	0.5541	1.42	0.299
Error	3.506	9	0.3896		
Total	5.994	15			

14 días

<i>Fuente de variacion</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Int. luminosa	425.171	3	141.7237	1.11	0.395
Bloque	462.341	3	154.1136	1.21	0.362
Error	1149.545	9	127.7272		
Total	2037.057	15			

28 días

<i>Fuente de variacion</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Int. luminosa	820.066	3	273.3552	10.65	0.003
Bloque	45.839	3	15.2797	0.60	0.634
Error	230.929	9	25.6588		
Total	1096.834	15			

Tabla X. Prueba LSD para detectar los tratamientos en los que se encontraron diferencias con respecto a la intensidad luminosa a los 28 días para el porcentaje de aportación de *N. incerta* a un $\alpha= 0.008$.

Int. Luminosa	% aportacion	Gpos. Homegeneos
75 μ E	68.43	X
24 μ E	74.59	X X
47 μ E	79.23	X X
6 μ E	88.06	X

IV. DISCUSION.

IV.1 Desarrollo de la biopelícula de diatomeas

La densidad de diatomeas mostró un patrón bien definido para las irradiancias de 6 y 24 μE , con crecimientos sostenidos durante las tres primeras semanas. No obstante, durante la última semana la densidad de diatomeas cayó drásticamente en el tratamiento con irradiancias de 6 μE (Fig. 6). Esto se debió posiblemente al efecto combinado de alta sobrevivencia de poslarvas en este tratamiento y al bajo crecimiento de diatomeas que se presentó. Lo anterior es de vital importancia si tomamos en cuenta que poslarvas con poco más de 1 mm de longitud poseen tasas de pastoreo superiores a las 700 $\text{cel} \cdot \text{hr}^{-1}$ (Martínez-Ponce y Searcy-Bernal, 1998). En el tratamiento de 6 μE se presentaron la mayor sobrevivencia y crecimiento, donde la predominancia de *N. incerta* fue mayor, siendo esto de particular importancia considerando que el tamaño de la diatomea es primordial en la alimentación de las poslarvas de abulón.

IV.2 Sobrevivencia

La sobrevivencia de poslarvas de *H. fulgens*, fue muy parecida en las cuatro intensidades luminosas probadas en este estudio durante los primeros tres muestreos, sin embargo en el último muestreo el porcentaje de sobrevivencia cayó drásticamente en los tres tratamientos de intensidades luminosas mayores (Fig. 3; Anexo A). Este comportamiento pudiera estar relacionado con la densidad y composición de diatomeas en la comunidad bentónica de las unidades experimentales, ya que fue precisamente a 6 μE donde se presentó la mayor sobrevivencia y donde la predominancia de *N. incerta* fue más estable (Fig. 7).

El tamaño de las diatomeas que sirven como alimento a las poslarvas de abulón se puede ver afectada por la intensidad luminosa, ya que a mayor irradiancia la sucesión de diatomeas puede resultar en la presencia de diatomeas de mayor tamaño inaccesibles para las poslarvas, así como en la proliferación de especies filamentosas que afectan de diversas maneras el desarrollo de las poslarvas, incluyendo la competencia por nutrientes y espacio con las diatomeas (McBride, 1990; Siqueiros-Beltrones, 1998). En particular en los dos últimos muestreos en este estudio se vio un incremento marcado de formas filamentosas en los tratamientos de mayor intensidad luminosa, contrastando con la ausencia de estas formas en el tratamiento de 6 μ E.

La mayor mortalidad en irradiancias altas se registró en el último muestreo, punto que coincide con las densidades más altas de la película de diatomeas en los sistemas experimentales. McBride (1990), encontró que las poslarvas de *H. rufescens* sobrevivieron mejor en irradiancias de 50-60 μ E, sin embargo en altas irradiancias se pueden alterar considerablemente las condiciones ambientales de la capa límite difusiva, que es de vital importancia en el desarrollo de las poslarvas de abulón, ya que se pueden generar niveles de saturación de oxígeno mayores que el 200% los cuales pueden resultar tóxicos para las poslarvas de abulón (Searcy Bernal, 1996). Las especies de diatomeas utilizadas en el estudio de McBride (1990) son diferentes a *N. incerta*, lo que pudiera explicar las diferencias entre ambos estudios.

Otro factor relacionado a altas concentraciones de diatomeas, lo cual es propiciado por intensidades luminosas altas, es la proliferación de bacterias y otros patógenos que pueden afectar la sobrevivencia de las poslarvas de *H. fulgens*, ya sea compitiendo por el oxígeno disuelto o afectando las funciones vitales del organismo. Anguiano Beltrán, *et al.*, (1998), encontraron que niveles altos de *Vibrio* incrementan la mortalidad de las poslarvas de *H. rufescens*, y estudios hechos en sistemas de cultivo masivo de poslarvas de *H. fulgens*

revelaron altas concentraciones de bacterias en el tapete microbiano (Lizárraga-Partida, *et al.*, 1998). Asimismo, la alta concentración de metabolitos y bacterias relacionados con las altas densidades de diatomeas puede generar la proliferación de micropredadores como ciliados los cuales pueden invadir a las poslarvas de abulón e interferir con sus funciones vitales y provocar altos índices de mortalidad.

En relación a la alta variabilidad que se presentó al final del periodo experimental en el tratamiento de 75 μ E (Tabla XII, anexo), posiblemente se debió a un efecto combinado de las malas condiciones de cultivo que pudieron haber prevalecido en ese momento a causa de la alta intensidad luminosa. Tales condiciones adversas pudieron ser la presencia de especies de diatomeas no adecuadas físicamente como alimento para las poslarvas (Kawamura, *et al.*, 1995; Kawamura y Takami, 1995), variaciones drásticas y letales de la concentración de oxígeno en la capa límite difusiva (Searcy-Bernal, 1996), el efecto de microdepredadores tales como bacterias (Anguiano-Beltrán, *et al.*, 1998; Lizárraga-Partida, *et al.*, 1998) y la presencia de algas de formas filamentosas que pueden afectar a las poslarvas de abulón (Siqueiros-Beltrones, 1998). En el medio natural las poslarvas de abulón se encuentran en condiciones de intensidad luminosa baja (Hahn, 1989), por lo que es de esperarse que en estas condiciones el desarrollo de los abulones sea más adecuado.

IV.3 Longitud y crecimiento

Las poslarvas de mayor tamaño se encontraron en el tratamiento de 6 μE a lo largo del periodo experimental. Sin embargo en todos los tratamientos se observó un periodo de crecimiento rápido durante la primera semana del experimento, una fase de crecimiento lento durante las semanas segunda y tercera y otra etapa de crecimiento rápido durante la cuarta semana de iniciado el experimento.

Kawamura , *et al.*, 1998, comentan que las poslarvas de *H. discus* pueden seguir creciendo durante los primeros días después de la fijación a pesar de no tener alimento disponible, ya que la reserva vitelina y la materia orgánica disuelta constituyen las fuentes energéticas principales. Los mismos autores mencionan una etapa de adecuación al alimento particulado donde el crecimiento puede disminuir, por lo cual es de esperarse que una vez pasado este periodo de adecuación las poslarvas estén listas para aprovechar el contenido nutricional de las diatomeas e incrementar su crecimiento. El presente estudio se inició con poslarvas de 11 días de edad que ya se encontraban pastoreando, aunque es posible que aún existiera un aporte energético de las reservas vitelinas en el crecimiento; lo cual pudiera explicar la disminución del crecimiento en el segundo muestreo.

El crecimiento de las poslarvas fue mayor en 6 μE y este patrón se mantuvo durante todo el tiempo que duró el experimento. Sin embargo el crecimiento en todos los tratamientos estuvo dentro de los márgenes reportados por Kawamura, *et al.* (1998), el cual menciona tasas de crecimiento en *H. discus hannai* durante los primeros 10 días después del asentamiento de 20 a 30 $\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$, con un decremento durante las siguientes dos semanas (10 a 20 $\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$) lo cual refleja una disminución de la reserva vitelina y/o disminución de la absorción de materia orgánica disuelta (Kawamura, *et al.*, 1995) . Después de esta fase las

poslarvas responden fuertemente a la dieta de diatomeas e inician una segunda fase de crecimiento rápido con tasas de alrededor 40 a $60 \mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$. Para todo el periodo experimental las tasas de crecimiento de las poslarvas en intensidades luminosas de $6 \mu\text{E}$ fueron siempre similares a las reportadas por Kawamura, *et al.* (1998), con la excepción del primer muestreo, en el cual se presentó una tasa de crecimiento de $62.9 \mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ mucho mayor a la reportada para otras especies de abulón.

Searcy-Bernal *et al.*, (1988), mencionan tasas de crecimiento poslarval de *H. fulgens* similares a las encontradas en este estudio. McBride (1990) reporta tasas de crecimiento de alrededor de $20 \mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ durante las primeras 5 semanas de vida de poslarvas de *H. rufescens* sometidas a intensidades luminosas de 50 a $60 \mu\text{E}$ y una tasa de crecimiento máxima de $35 \mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ para las poslarvas alimentadas con *Nitzschia bilobata* cuando estas tenían de 9 a 11 semanas. Otros autores reportan tasas de crecimiento mayores a las encontradas en este estudio para *H. fulgens*, a temperaturas más elevadas y poslarvas más grandes (Searcy-Bernal, R. *et al.*, 1988), (Tabla XI).

Kawamura y Takami (1998), sugieren que las diferencias en las razones de crecimiento de *H. discus hannai* se deben a las diferencias en la eficiencia de digestión de los abulones sobre las especies de diatomeas, ya que las poslarvas no se alimentan de diatomeas sin antes romper la pared celular con la rádula. Por tal razón, las características físicas de las especies de diatomeas, tal como si la pared celular se rompe o no durante el pastoreo, es uno de los factores más importantes que determinan su valor nutricional para el crecimiento de poslarvas.

Para este estudio se obtuvieron tasas de crecimiento de $62.9 \mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ durante la primera semana de iniciado el experimento, lo cual se encuentra muy cercano a valores de $65 \mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ reportados para poslarvas sometidas a

Tabla XI. Comparación de la tasa de crecimiento de poslarvas de *H. fulgens* en diferentes periodos y temperaturas, reportada por diferentes autores.

Fuente	No. de org.	Duración del periodo (Días)	Longitud inicial promedio (mm)	T °C	Crecimiento promedio ($\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$)
Leighton <i>et al.</i> , 1981	15	30	1.00	21.0 23.0	40.00 73.30
Searcy-Bernal <i>et al.</i> , 1988	7 - 15	29	0.40	23.0	50.00
García-Mendoza, 1991	20	32	0.31	18.0	42.12
Ogawa <i>et al.</i> , 1992	-	50	0.40	20.0	56.00
Este estudio (6 μE)	170	28	0.34	17.0	37.10

tratamientos con hormonas de crecimiento de mamíferos e insulina como aceleradores de crecimiento (Morse, 1981, citado por McBride, 1990).

La actividad fotosintética se incrementa con la intensidad luminosa, lo cual puede provocar niveles muy altos de oxígeno en la capa límite difusiva, que pueden ser tóxicos para las poslarvas de abulón. Por otro lado el incremento en la tasa de división de las diatomeas y la consiguiente alta densidad provocan la proliferación de bacterias las cuales pueden abatir los niveles de oxígeno disuelto dentro de la capa límite difusiva. De tal modo, se pueden crear parches de altos y bajos niveles de oxígeno (Searcy-Bernal, 1996). En condiciones a tal grado adversas las poslarvas deberán gastar energía para adecuarse a tales situaciones, con lo que desviarán recursos habitualmente utilizados para incrementar su talla.

El ataque de microdepredadores, tales como los ciliados y bacterias, puede tener un efecto subletal similar, ya que la poslarva se verá obligada a contrarrestar la acción de estos organismos y desviar energías que pudieran utilizarse en la alimentación y el crecimiento.

Es posible que la falta de alimento disponible en la última semana fuese un factor determinante en la tasa de crecimiento de las poslarvas sometidas a irradiancias de 6 μ E, ya que fue en este periodo cuando este tratamiento tuvo la menor densidad de diatomeas.

IV.4 Consideraciones metodológicas

El presente estudio se llevó a cabo durante un periodo con temperaturas del agua considerablemente altas, sin embargo la utilización de un tanque reservorio dentro de un cuarto con aire acondicionado, permitió mantener la temperatura en el sistema experimental con variaciones no mayores a $\pm 1^{\circ}\text{C}$, al mismo tiempo que permitió almacenar agua hasta para un día en caso de ser necesario.

El uso de imágenes de video durante las evaluaciones permitió el análisis de las poslarvas *in situ* minimizando al máximo el estrés por manipuleo. Por otro lado el tener un registro grabado facilita el análisis posterior de las muestras. Según Vilchis (1998), la toma de muestras con video o fotografía con apoyo de equipo de cómputo de análisis digital de imágenes, es tan confiable como los métodos tradicionales, con la ventaja de ser más económicos y rápidos.

Los colectores de PVC mostraron ser eficientes en la toma de muestras de diatomeas sobre un área específica, ya que por medio de ellos se pudo tomar muestras directamente sobre el recipiente experimental.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las poslarvas de *H. fulgens* mostraron mayores sobrevivencias y tasas de crecimiento en irradiancias bajas ($6 \mu\text{E}$), bajo las condiciones prevalecientes en este estudio, en donde la densidad de siembra fue de $1 \text{ pl} \cdot \text{cm}^{-2}$ en recipientes previamente inoculados con *N. incerta* a una concentración de $200 \text{ cel} \cdot \text{mm}^{-2}$, con flujo de aire y agua continuos y una temperatura promedio de $17 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Se recomienda realizar estudios en sistemas de cultivo masivo de *H. fulgens* incluyendo muestreos de intensidad luminosa, para adecuar estos sistemas a niveles de irradiancias que promuevan condiciones óptimas de cultivo.

VI. LITERATURA CITADA

- Admiraal, W. 1977. Influence of Light and Temperature on the Growth Rate of Estuarine Benthic Diatoms in Culture. *Marine Biology*. 39: 1-7.
- Anguiano-Beltrán, C., R. Searcy-Bernal y M. L. Lizárraga-Partida. 1998. Pathogenic effects of *Vibrio alginolyticus* on larvae and postlarvae of the red abalone *Haliotis rufescens*. *Diseases of aquatics organisms*. 33: 119-122.
- Beardall, J. e I. Morris 1976. The concept of light intensity adaptation in marine phytoplankton: Some experiments with *Phaeodactylum tricornutum*. *Marine Biology*. 38: 377-386.
- Cox, W. 1962. California Abalones, Family Haliotidae. Calif. Fish and Game. Fisheries Bulletin. 118. pp. 130.
- García-Mendoza, E. 1991. Comparación a escala piloto de técnicas de producción de semilla de abulón azul *Haliotis fulgens* Philippi, 1845: Asentamiento y metamorfosis, densidad inicial de larvas y primera alimentación. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B. C. pp. 104.
- Guzmán-Del Proó, S. A. (1992). A review of the biology of abalone and its fishery in Mexico. En: Shepherd, S. A. Tegner, M. J. y Guzmán del Proó (Eds). *Abalone of the World, Biology, Fishery and Culture*. Fishing News Book. Blackwell, Oxford. pp. 341- 360.

- Hahn, K. O. 1989. Nutrition and growth of abalone. In: Hahn , K. O. (Ed) Handbook of culture of abalone and other Marine Gastropods. CRC press, Boca Raton, Florida U. S. A. pp. 135-154.
- Hooker, N. y D. E. Morse. 1985. Abalone: The emerging development of commercial cultivation in the United States. In: J. V. Huner and E. E. Brown (Eds.). Crustacean and Mollusc Aquaculture in the United States. AVI Publishers, Westport, U. S. A. pp. 365-413.
- Kawamura, T., T. Saido, H. Takami y Y. Yamashita. 1995. Dietary value of benthic diatoms for the growth of post-larval abalone *Haliotis discus hannai*. Journal of experimental Marine Biology and Ecology. 194: 189-199.
- Kawamura, T. y H. Takami. 1995. Analysis of feeding and growth rate of newly metamorphosed abalone *Haliotis discus hannai* fed on four species of benthic diatom. Fisheries Science. 61(2): 357-358.
- Kawamura, T., R. D. Roberts y H. Takami. 1998. A review of the feeding and growth of postlarval abalone. Journal of Shellfish research. 17(3): 615-625.
- Leighton, D. L., M. J. Byhower, J. C. Kelly, G. M. Hooker y D. E. Morse. 1981. Acceleration of development and growth in young green abalone (*Haliotis fulgens*) using warmed effluent sea water. World Mariculture Society, 12(1): 170-180.
- Lizárraga-Partida, M. L., C. Anguiano-Beltrán, R. Searcy-Bernal y E. Vázquez-Moreno. 1998. Bacterial water quality in abalone farms of Baja California. Journal of Shellfish Research. 17(3): 689-692.

- Martínez-Ponce R. D. y R. Searcy-Bernal. 1998. Grazing rates of red abalone (*Haliotis rufescens*) postlarvae feeding on the benthic diatom *Navicula incerta*. *Journal of Shellfish Research*. 17(3): 627-630.
- McBride, S. C. 1990. The relative effects of diet and irradiance on the growth and survival of post-larval red abalone, *Haliotis rufescens*. M. S. Thesis San Jose State University. USA. pp. 45.
- McBride, S. C. 1998. Current status of abalone aquaculture in the californias. *Journal of Shellfish Research*. 17(3): 593-600.
- Morse, D. E. 1981. Biochemical and genetic control of critical physiological processes in molluscan lifecycles: Basic mechanisms, water quality requirements and sensitivities to pollutants. Sea Grant College Program 1978-1980 Biennial Report. pp. 83-87. University of California, La Jolla, California.
- Norman-Boudreau, K., D. Burns, C. A. Cooke y A. Austin. 1986. A simple Technique for Detection of Feeding in Newly Metamorphosed Abalone. *Aquaculture*. 51: 313-317.
- Ogawa, J., M. Muciño-Díaz, D. Aguilar-Osuna. 1992. Producción de semillas de abulón *Haliotis fulgens* en el laboratorio de la Sociedad Cooperativa Progreso de Producción Pesquera, S.C.L. en La Bocana, B.C.S., México. Centro regional de Investigación Pesquera-La Paz. pp. 63.
- Rho, S. 1991. Studies on propagation of the abalone . Effects of light and sea water of reduced salinity on vertical distribution of swimming larvae of *Haliotis discus hannai*. *Bull. Mar. Inst. Cheju Natl. Univ.* 15: 33-43.

- Salas-Garza, A. E. y R. Searcy-Bernal. 1992. Desarrollo y estado actual del cultivo de abulón en México. En: Shepherd, S. A. Tegner, M. J. y Guzmán del Proó (Eds). *Abalone of the World, Biology, Fishery and Culture*. Fishing News Book. Blackwells, Oxford. pp. 538-546.
- Searcy-Bernal, R; A. E. Salas-Garza y R. A. Flores-Aguilar. 1988. Crecimiento de postlarvas y juveniles de abulón azul (*Haliotis fulgens*) en un laboratorio mexicano. *Ciencias Marinas*. 14(4): 57-72.
- Searcy-Bernal, R., A. E. Salas-Garza y R. A. Flores-Aguilar. 1992a. Investigación en México sobre la etapa crítica de la producción de semilla de abulón (*Haliotis* spp.). En: Shepherd, S. A. Tegner, M. J. y Guzmán del Proó (Eds). *Abalone of the World, Biology, Fishery and Culture*. Fishing News Book. Blackwells, Oxford. pp. 547-560.
- Searcy-Bernal, R., A. E. Salas-Garza, R. A. Flores-Aguilar y P. R. Hinojosa-Rivera. 1992b. Simultaneous comparison of methods for settlement and metamorphosis induction in the red abalone (*Haliotis rufescens*). *Aquaculture*. 105: 241-250.
- Searcy-Bernal, R. 1996. Boundary layers and abalone postlarval culture: Preliminary studies. *Aquaculture*. 140: 129-137
- Searcy-Bernal, R. y C. Anguiano Beltrán. 1998. Optimizing the concentration of Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) for inducing larval metamorphosis in red abalone *Haliotis rufescens* (Mollusca: Gasteropoda). *Journal of the World Aquaculture Society*. 29(4): 463-470.
- Shibui, T. 1972. On the normal development of the eggs of Japanese abalone, *Haliotis discus hannai* Ino, and ecological and physiological studies of its larvae and young. *Bull. Iwate Pref. Fish. Exp. Snt.* 2: 1-69.

- Siqueiros-Beltrones, D. A. 1998. Análisis taxonómico y sucesional en películas de diatomeas bentónicas utilizadas como alimento de poslarvas de abulón (*Haliotis spp.*) en cultivo. Tesis Doctorado en Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. pp. 93.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw Hill, New York, New York, USA. pp. 633.
- Tong, J. L., G. A. Moss, P. Redfearn y J. Illingworth. 1992. A manual of techniques for culturing pana, *Haliotis iris*, through to the early juvenile stage. New Zeland Fisheries. Technical Report No. 31. pp. 23.
- Uki, N. 1981. Feeding behavior of experimental populations of the abalone, *Haliotis discus hannai*. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. 43: 53-58.
- Vilchis, L. I. 1998. Image analysis applied to abalone standing crop assessment in an ocean-based abalone farm. Journal of Shellfish Research. 17(3): 679-682.
- Yano, I., y Y. Ogawa. 1977. Effects of light, temperature and hydrostatic pressure on vertical distribution of abalone larvae, *Haliotis gigantea*. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 91: 19-27.

VII. ANEXO

Tabla XII. Estadísticas básicas para el porcentaje de sobrevivencia de poslarvas de *H. fulgens* a los 7, 21 y 28 días respectivamente, para las cuatro intensidades luminosas.

<i>7 días</i>				
	6 μ E	24 μ E	47 μ E	75 μ E
Bloque				
1	100.00	100.00	100.00	99.20
2	100.00	100.00	100.00	100.00
3	100.00	98.73	100.00	96.62
4	99.38	99.32	97.63	100.00
media	99.85	99.51	99.41	98.96
error std	0.15	0.31	0.59	0.80

<i>21 días</i>				
	6 μ E	24 μ E	47 μ E	75 μ E
Bloque				
1	86.29	85.53	79.17	89.60
2	95.73	93.24	92.76	77.48
3	100.00	89.87	82.28	83.78
4	97.55	94.59	85.80	93.39
media	94.89	90.81	85.00	86.06
error std	3.00	2.02	2.92	3.48

<i>28 días</i>				
	6 μ E	24 μ E	47 μ E	75 μ E
Bloque				
1	71.77	25.66	1.67	27.20
2	93.29	14.86	9.21	22.52
3	98.09	12.66	2.53	1.35
4	94.48	29.73	0.59	9.92
media	89.41	20.73	3.50	15.25
error std	5.97	4.13	1.94	5.90

Tabla XIII. Estadísticas básicas para la longitud (mm) de poslarvas de *H. fulgens* a los 7, 21 y 28 días, para las cuatro intensidades luminosas.

7 días

	6 μ E	24 μ E	47 μ E	75 μ E
Bloque				
1	0.744	0.616	0.518	0.618
2	0.800	0.588	0.515	0.508
3	0.808	0.601	0.519	0.539
4	0.791	0.672	0.556	0.501
media	0.786	0.619	0.527	0.541
error std	0.014	0.019	0.010	0.027

21 días

	6 μ E	24 μ E	47 μ E	75 μ E
Bloque				
1	0.832	0.762	0.635	0.615
2	1.213	0.746	0.656	0.731
3	1.116	0.690	0.559	0.519
4	0.995	0.878	n.d	n.d
media	1.039	0.769	0.616	0.621
error std	0.082	0.039	0.026	0.053

28 días

	6 μ E	24 μ E	47 μ E	75 μ E
Bloque				
1	1.473	0.958	0.669	0.903
2	1.467	0.983	0.851	0.978
3	1.274	1.090	1.107	0.960
4	1.321	1.175	1.112	0.954
media	1.384	1.051	0.935	0.949
error std	0.051	0.050	0.107	0.016

n.d.:no determinado

Tabla XIV. Estadísticas básicas para la tasa de crecimiento ($\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$) de poslarvas de *H. fulgens* a los 7, 21 y 28 días, así como la tasa global durante el periodo experimental, para las cuatro intensidades luminosas. n. d. : no determinado.

0 a 7 días

	6 μE	24 μE	47 μE	75 μE
Bloque				
1	57.02	38.76	24.71	38.99
2	65.01	34.69	24.31	23.27
3	66.13	36.53	24.87	27.66
4	63.75	46.70	30.10	22.30
media	62.98	39.17	26.00	28.05
error std	2.05	2.65	1.37	3.83

7 a 21 días

	6 μE	24 μE	47 μE	75 μE
Bloque				
1	6.28	10.43	8.35	-0.22
2	29.47	11.28	10.04	15.92
3	22.01	6.39	2.83	-1.41
4	14.55	14.69	n.d	n.d
media	18.08	10.70	7.08	4.76
error std	4.98	1.71	1.89	9.68

21 a 28 días.

	6 μE	24 μE	47 μE	75 μE
Bloque				
1	91.56	27.94	4.87	41.23
2	36.30	33.92	27.93	35.32
3	22.62	57.12	78.28	63.01
4	46.59	42.46	26.49	21.56
media	49.27	40.36	34.39	40.28
error std	14.93	6.33	34.10	23.21

0 a 28 días

	6 μE	24 μE	47 μE	75 μE
Bloque				
1	40.28	21.89	11.57	19.94
2	40.06	22.79	18.08	22.61
3	33.19	26.61	27.20	21.96
4	34.86	29.63	27.39	21.74
media	37.10	25.23	21.06	21.57
error std	1.81	1.79	3.84	0.57

Tabla XV. Estadísticas básicas para los promedios de la densidad de diatomeas ($\text{cel} \cdot \text{mm}^2$) a los 7, 14 y 28 días respectivamente, para las cuatro intensidades luminosas.

7 días

	6 μE	24 μE	47 μE	75 μE
Bloque				
1	3345.76	3394.88	2008.55	4410.07
2	1790.23	3231.14	2783.59	3733.28
3	1566.45	3078.32	2030.38	2947.33
4	873.28	2990.99	4415.53	3192.94
media	1893.93	3173.83	2809.51	3570.90
error std	521.82	88.84	564.84	324.33

14 días

	6 μE	24 μE	47 μE	75 μE
Bloque				
1	3258.43	3940.68	5397.97	3138.36
2	6511.41	2177.75	4257.25	3094.69
3	1735.65	6145.72	2652.59	3820.61
4	2003.09	5436.18	10195.56	2952.78
media	3377.14	4425.08	5625.84	3251.61
error std	1096.21	878.83	1623.97	193.76

28 días

	6 μE	24 μE	47 μE	75 μE
Bloque				
1	3341.06	9515.89	8263.43	14107.65
2	466.70	6087.37	10362.52	14746.13
3	79.59	7101.93	6367.25	6375.99
4	710.02	9323.47	6059.38	5055.31
media	1149.34	8007.16	7763.14	10071.27
error std	742.01	842.32	994.08	2532.48

Tabla XVI. Estadísticas básicas para el porcentaje de aportación de *N. incerta* a la biopelícula a los 7, 14 y 28 días respectivamente, para las cuatro intensidades luminosas.

7 días

	6 μ E	24 μ E	47 μ E	75 μ E
Bloque				
B1	99.75	99.03	100.00	99.50
B2	99.52	100.00	99.42	99.66
B3	100.00	99.40	100.00	98.79
B4	97.53	99.42	99.60	98.86
media	99.20	99.46	99.75	99.20
error std	0.57	0.20	0.15	0.22

14 días

	6 μ E	24 μ E	47 μ E	75 μ E
Bloque				
B1	92.53	79.48	79.54	95.23
B2	98.84	80.93	87.26	86.47
B3	84.76	92.44	74.69	48.26
B4	89.66	92.26	85.83	80.36
media	91.45	86.28	81.83	77.58
error std	2.94	3.52	2.91	10.24

28 días

	6 μ E	24 μ E	47 μ E	75 μ E
Bloque				
B1	84.24	78.56	78.96	74.57
B2	86.78	75.42	78.90	76.28
B3	92.18	71.96	78.69	58.65
B4	88.98	72.41	80.38	64.21
media	88.05	74.59	79.23	68.43
error std	1.68	1.53	0.39	4.21

