

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS

POSGRADO EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

VARIACIÓN DE LA TASA DE PASTOREO DE *Acartia californiensis*
TRINAST (COPEPODA: CALANOIDEA) EN EL ESTERO DE PUNTA
BANDA, B.C., MÉXICO.



TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
PRESENTA

MARÍA MORAMAY BADILLO PADILLA.

ENSENADA, B.C., DICIEMBRE DE 1996.

RESUMEN

En el Estero de Punta Banda, B.C., México, se realizaron dos tipos experimentos para determinar la tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración del copépodo calanoide marino *Acartia californiensis*. El primero consistió en una serie de tiempo del 11 al 23 de agosto de 1994. El segundo fue una variación diurna *in situ* los días 27 y 28 del mismo mes. Se utilizó como trazador al $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$. Para comprender la variabilidad de la tasa de pastoreo de *A. californiensis* se cuantificaron en cada experimento la temperatura del agua, la salinidad, la Chl "a", la abundancia del fitoplancton y del zooplancton. Sólo para la variación diurna se tomaron lecturas de irradiancia.

En la serie de tiempo, la tasa específica de pastoreo presentó una mediana de $4.17 \times 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ ($\bar{x}=5.74 \times 10^{-4} \pm 1.28 \times 10^{-4} \text{ EE}$) y para la tasa de filtración una mediana de $1.99 \text{ ml.org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=2.51 \pm 0.39 \text{ EE}$). Las hembras para ambos experimentos presentaron los valores más altos de pastoreo y filtración. Las diferentes densidades de organismos trabajadas en la serie de tiempo, mostraron una relación inversa con la tasa de pastoreo.

La tasa de filtración de *Acartia californiensis* para la variación diurna presentó un comportamiento inverso a la intensidad de luz. La tasa máxima fue obtenida a las 20:00 hrs con una mediana de $5.29 \text{ ml.org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=5.68 \pm 2.28 \text{ EE}$) y la mínima a las 4:00 hrs con $0.94 \text{ ml.org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=0.97 \pm 0.24 \text{ EE}$).

Las correlaciones realizadas en ambos experimentos entre los parámetros cuantificados y las tasas de pastoreo y filtración no mostraron una tendencia clara. Las correlaciones mostraron significancia positiva con los dinoflagelados, y negativa con la temperatura, la salinidad y el nanoplancton. El comportamiento de la tasa de pastoreo fue influenciado por la concentración de clorofila "a" en el medio.

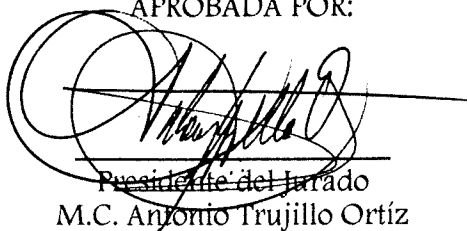
Del total de carbono producido por el fitoplancton sólo un 24.39% fue consumido por *Acartia californiensis*, el resto quedó disponible para ser utilizado por otros niveles tróficos o tal vez para ser exportado al exterior de esta laguna por las corrientes de marea.

VARIACIÓN DE LA TASA DE PASTOREO DE *Acartia californiensis*
TRINAST (COPEPODA: CALANOIDEA) EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA,
B.C., MÉXICO.

Tesis que presenta:

María Moramay Badillo Padilla.

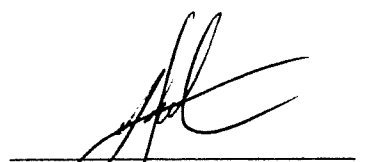
APROBADA POR:



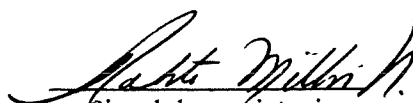
Presidente del Jurado
M.C. Antonio Trujillo Ortiz



Sinodal propietario
M.C. Jorge García Pámanes



Sinodal propietario
M.C. Ramón Cajal Medrano



Sinodal propietario
Dr. Roberto Millán Nuñez

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Antonio Trujillo Ortiz, por haberme invitado a trabajar con él.

Al Dr. Roberto Millán Nuñez, al M. en C. Ramón Cajal Medrano y al M. en C. Jorge García Pamanes por su amistad, sus consejos, su paciencia y comprensión y por el apoyo que recibí de ustedes durante la realización de este trabajo.

Al Dr. Eduardo Santamaría del Angel por sus consejos y el apoyo en el acceso a la infraestructura para la realización de esta tesis y sobre todo por su amistad incondicional durante mi estancia en Ensenada.

A la Dra. Elizabeth Orellana Cepeda por sus atinados consejos y por el cariñoso trato que siempre me ha demostrado.

Al Oc. Norberto Castro Castro por su experiencia en el apoyo técnico y por su ayuda durante los días de campo.

Al grupo GEBAP (Grupo de Estudios Básicos Aplicados a Pesquerías) por dejarme hacer uso de sus instalaciones y hacerme sentir parte de ellos.

A Martha Alvarez, a Jorge Wilburn y a Quetzalia y Baruch Badillo por el frío, las desveladas y la alegría que compartieron conmigo en los días de muestreo. Gracias.

A la F.C.M. y al I.I.O. por las facilidades que me otorgaron para el uso de los laboratorios y otras instalaciones.

A Procesados de Madera por el apoyo económico que me brindó durante mis estudios de Maestría.

Al proyecto de Investigación "Potencial Productivo de las Lagunas Costeras de Baja California" de la Facultad de Ciencias Marinas, de la Universidad Autónoma de Baja California, con patrocinio otorgado por la Secretaría de Educación Pública con registro 0-88-01-0077.

DEDICATORIAS

A mis Padres **Obdulia y Francisco**
por su amor y toda su paciencia.

A mis hermanos **Quetzalia y Baruch**
por que siempre han estado conmigo y por todo lo que significan para mi.

A **Jeanelly y Alex**
por iluminar mi vida con sus sonrisas.

Por todos los buenos y malos momentos que hemos compartido,
a la mejor de las amigas:

Gaby

A **Perla**,
mi nueva y gran amiga.

A **Eduardo Santamaria (Te lo dije...)**

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Objetivo General	6
1.3. Hipótesis	6
2. MATERIALES Y METODOS	7
2.1. Área de Estudio	7
2.2. Metodología de Campo y de Laboratorio	9
2.3. Parámetros Físico-Biológicos	10
2.3.1. Marea	10
2.3.2. Temperatura	10
2.3.3. Salinidad	10
2.3.4. Fitoplancton	10
2.3.5. Clorofila "a"	11
2.3.6. Irradiancia	11
2.3.7. Zooplancton	12
2.3.8. Identificación y abundancia del zooplancton	12
2.3.9. Biomasa zooplanctónica	13
2.3.9.1. Volumen desplazado	13
2.3.9.2. Peso humedo	13
2.3.9.3. Peso seco	13
2.3.9.4. Peso seco libre de cenizas	13
2.4. Estimación de la Tasa Específica de Pastoreo (h^{-1}) y Tasa de Filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) de <i>Acartia californiensis</i> durante la Serie de Tiempo.	13
2.4.1. Colecta y tratamiento de muestras de fitoplancton	13
2.4.2. Razón de asimilación de ^{14}C por hora para el fitoplancton durante el tiempo de incubación de 8 hrs	14
2.4.3. Toma de muestras de fitoplancton marcado con ^{14}C para el inicio de cada experimento de pastoreo	15
2.4.4. Separación de los organismos de <i>Acartia californiensis</i>	15
2.4.5. Experimento de pastoreo	15
2.4.6. Controles para la corrección de la tasa específica de pastoreo y de filtración	16
2.4.6.1. Determinación de la absorción de ^{14}C sobre la superficie de los copépodos, así como su consumo por procesos de filtración.	16
2.4.6.2. Cambios a través del tiempo en la actividad del ^{14}C del fitoplancton sin presencia de copépodos	17
2.4.7. Tratamiento de muestras de fitoplancton y copépodos	17
2.4.8. Determinación de la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y la tasa de filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$)	18
2.4.8.1. Tasa específica de pastoreo	18
2.4.8.2. Tasa específica de filtración	19

2.5.Cambio de la Tasa de Filtración de <i>Acartia californiensis</i> Durante la Variación Diurna <i>in situ</i>	19
2.5.1.Determinación de la tasa de filtración a diferentes intensidades de luz Tasa de filtración	22
2.5.1.1. Tasa de filtración	22
2.6.Determinación del Porcentaje de Carbono y del Consumo de Carbono por Día ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$) para <i>Acartia californiensis</i>	23
2.6.1.Porcentaje de carbono consumido	23
2.6.2.Consumo de carbono por día ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$)	23
2.7. Análisis Estadístico	24
2.7.1.Parámetros físico-biológicos	24
2.7.2.Tratamiento estadístico de la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y tasa de filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) en la serie de tiempo y en la variación diurna	24
3.RESULTADOS	26
3.1.Serie de Tiempo	26
3.1.1.Parámetros físico-biológicos	26
3.1.1.1.Marea	26
3.1.1.2.Temperatura	26
3.1.1.3.Salinidad	26
3.1.1.4.Clorofila "a"	29
3.1.1.5.Fitoplancton	29
3.1.1.6.Zooplancton	32
3.1.1.6.1.Abundancia	32
3.1.1.6.2.Biomasa	33
3.1.1.7.Correlaciones	34
3.1.2.Pastoreo	37
3.1.2.1.Asimilación de ^{14}C por fitoplancton durante el tiempo de incubación (8 horas)	37
3.1.2.2.Asimilación de ^{14}C por <i>Acartia californiensis</i>	37
3.1.3.Tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y tasa de filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$)	39
3.1.4.Correlaciones	44
3.2.Variación Diurna	45
3.2.1. Parámetros físico-biológicos	45
3.2.1.1. Marea	45
3.2.1.2. Irradiancia	45
3.2.1.3. Temperatura	48
3.2.1.4. Salinidad	48
3.2.1.5. Clorofila "a"	48
3.2.1.6. Fitoplancton	48
3.2.1.7. Correlaciones	51
3.2.1.8. Zooplancton	53
3.2.1.8.1. Abundancia	53
3.2.1.8.2. Biomasa	53
3.2.2. Tasa de filtración	58
3.2.3. Correlaciones	60
3.3. Porcentaje de Carbono y Consumo de Carbono por Día ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$) de <i>Acartia californiensis</i> Durante la Serie de Tiempo.	60

4. DISCUSIÓN	63
4.1. Parámetros Físico-Biológicos	63
4.2. Pastoreo	64
5. CONCLUSIONES	78
6. REFERENCIAS	79
7. ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización del area de estudio, A) Serie de Tiempo, B) Variación diurna.	8
Figura 2. Secuencia de incubaciones durante la variación diurna <i>in situ</i> los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México. El tiempo de incubación para el fitoplancton fué de 8 horas y para los copépodos de 2 horas.	21
Figura 3. Comportamiento de la marea durante la serie de tiempo del 11 al 23 de agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.	27
Figura 4. Variación de la temperatura del agua (A) y de la salinidad (B) durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C. México.	28
Figura 5. Variación de la Chl "a" (A) y del fitoplancton (B) durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C. México.	30
Figura 6. Abundancia del zooplancton (●) y del copépodo <i>Acartia californiensis</i> (o) durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.	32
Figura 7. Peso seco determinado para el zooplancton durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.	36
Figura 8. Asimilación de ^{14}C por hora, por fitoplancton durante el tiempo de incubación de 8 horas.	38
Figura 9. Asimilación de ^{14}C por el copépodo <i>Acartia californiensis</i> durante el tiempo de experimentación de 2 horas. Los intervalos se presentan con un 5% de confianza.	38
Figura 10. Tasa específica de pastoreo de <i>Acartia californiensis</i> durante la serie de tiempo en el Estero de Punta Banda, B.C. México. (Agosto de 1994). El (o) representa los valores extremos.	40
Figura 11. Tasa de filtración para <i>Acartia californiensis</i> durante la serie de tiempo en el Estero de Punta Banda, B. C., México. (Agosto de 1994). El (o) representa los valores extremos.	40

Figura 12.	Tasa específica de pastoreo para hembras y machos del copépodo <i>Acartia californiensis</i> durante la serie de tiempo. El (o) representa los valores extremos.	42
Figura 13.	Tasa de filtración para hembras y machos del copépodo <i>Acartia californiensis</i> durante la serie de tiempo. El (o) representa los valores extremos.	42
Figura 14.	Tasa específica de pastoreo para las diferentes densidades de organismos tratadas en los experimentos de la serie de tiempo. El (o) representa los valores extremos.	43
Figura 15.	Tasa de filtración para las diferentes densidades de organismos tratadas en los experimentos de la serie de tiempo. El (o) representa los valores extremos.	43
Figura 16.	Altura de la marea para los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México. El asterisco muestra la hora en que se realizaron los experimentos de pastoreo.	46
Figura 17.	Irradiancia del ambiente (●) y aproximadamente a 30 cm de profundidad en el agua (o) para los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.	47
Figura 18.	Fluctuación de temperatura del agua (A) y de la salinidad (B) durante una variación diurna los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.	49
Figura 19.	Variación de Chl "a" (A) y de la abundancia del fitoplancton (B) durante la variación diurna los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C. México.	50
Figura 20.	Abundancia del zooplancton (●) y del copépodo <i>Acartia californiensis</i> (o) durante una variación diurna <i>in situ</i> en el Estero de Punta Banda, B.C., México.	55
Figura 21.	Tasa de filtración del copépodo <i>Acartia californiensis</i> durante la variación diurna <i>in situ</i> los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C. México. El (o) representa los valores extremos.	58

Figura 22. Tasa de filtración para hembras y machos durante la variación diurna *in situ* los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta, Banda, B. C., México. El (o) representa los valores extremos. 59

Figura 23. Variación de la Biomasa del fitoplancton ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}$) (A), del porcentaje de carbono consumido (B), y del carbono consumido por día ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$) (C), para *Acartia californiensis* durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994, en el Estero de Punta Banda, B.C., México. 62

Figura 24 Comparación entre la tasa de filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) y la concentración de clorofila "a" encontradas en la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México. Para la tasa de filtración se utilizaron los valores de la mediana (Fig 10 y AnexoVI). No se graficaron los valores de la tasa de pastoreo debido a que presenta la misma tendencia que los de la tasa de filtración. 69

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA I. Fitoplancton (cel.l ⁻¹) registrado en la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	31
TABLA II. Composición de especies de zooplancton (org.m ³) durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	33
TABLA III. Abundancia de hembras y machos (org · m ³) del copépodo <i>Acartia californiensis</i> durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	34
TABLA IV. Biomasa zooplanctónica encontrada en la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	35
TABLA V. Resultados de las correlaciones de los parámetros cuantificados en la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	37
TABLA VI. Resultados de las comparaciones entre los parámetros ambientales con la tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración de <i>Acartia californiensis</i> de la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	44
TABLA VII. Abundancia del fitoplancton (cel.l ⁻¹) durante la variación diurna <i>in situ</i> los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	52
TABLA VIII. Correlaciones efectuadas entre los parámetros ambientales tomados durante la variación diurna <i>in situ</i> los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	54
TABLA IX. Composición del zooplancton (org.m ³) registrado durante la variación diurna <i>in situ</i> en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	56
TABLA X. Abundancia de hembras y machos (org.m ³) de <i>Acartia californiensis</i> durante la variación diurna <i>in situ</i> en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	57
TABLA XI. Biomasa del zooplancton encontrada durante la variación diurna <i>in situ</i> , en el Estero de Punta, Banda, B. C., México.	57

TABLA XII.	Correlaciones realizadas entre los parámetros y la tasa de filtración de <i>Acartia californiensis</i> en la variación diurna <i>in situ</i> los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.	60
TABLA XIII.	Tasa de filtración para varias especies del género <i>Acartia</i> reportadas en la literatura y en este estudio. Los valores que se reportan de la tasa de filtración de <i>A. californiensis</i> son obtenidos de los promedios de la serie de tiempo (Anexo VI).	72

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo I. Resultados del análisis de varianza no paramétrico de dos factores de Kruskal~Wallis para (A) tasa específica de pastoreo y (B) tasa de filtración en la serie de tiempo.	86
Anexo II. Resultados de las comparaciones múltiples <i>a posteriori</i> de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los días de muestreo para la serie de tiempo. Los resultados fueron iguales para la tasa específica de pastoreo y para la tasa de filtración.	87
Anexo III. Resultados de las comparaciones múltiples <i>a posteriori</i> de Tukey para las diferentes densidades de organismos utilizadas en los experimentos de pastoreo de la serie de tiempo. Los resultados son similares para la tasa específica de pastoreo y tasa de filtración.	87
Anexo IV. Análisis de varianza no paramétrico de dos factores de Kruskal~Wallis para probar diferencias significativas en la tasa de filtración durante la variación diurna <i>in situ</i> .	88
Anexo V. Comparaciones múltiples <i>a posteriori</i> de Tukey para encontrar diferencias significativas entre las tasas de filtración durante la variación diurna <i>in situ</i> .	88
Anexo VI. Resultados de las tasas de pastoreo y filtración del copépodo <i>Acartia californiensis</i> durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.	89
Anexo VII. Resultados de la tasa de filtración del copépodo <i>Acartia californiensis</i> durante la variación diurna, los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.	90

VARIACIÓN DE LA TASA DE PASTOREO DE *Acartia californiensis* TRINAST (COPEPODA:CALANOIDEA) EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C., MÉXICO.

1. INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras y estuarios presentan componentes bióticos diversos como bacterias, fitoplancton, zooplancton y peces que participan conjuntamente en complicados ciclos energéticos. En estos sistemas, la dinámica del zooplancton lagunar-estuarino es compleja. Por ello los estudios sobre su ecología son importantes, ya que son el principal eslabón que hace disponible la producción autótrofa a niveles tróficos superiores (Jackson, 1980; Andersen y Sorensen, 1986; Yáñez-Arancibia, 1986).

La importancia del zooplancton herbívoro radica en la presión que ejerce sobre el fitoplancton, ya que su alimentación controla la composición de las especies y la distribución de sus tallas (Poulet y Marsot, 1978; Jackson, 1980). Además, sus excretas ayudan a generar los nutrientes que el fitoplancton requiere para su crecimiento, constituyendo una importante fuente de alimento para los organismos del bentos cuando llegan a sedimentarse (Conover y Huntley, 1980; Andersen y Sorensen, 1986).

Las poblaciones zooplancónicas de esteros y lagunas costeras están dominadas por copépodos del género *Acartia* (Trinast, 1976; Uye y Fleminger, 1976; Castel y Courties, 1982). En el Estero de Punta Banda, B.C., México. *Acartia californiensis* se ha descrito como la especie más importante de la cadena trófica (Morales-Zamorano *et al.*,

1991), debido a que sus poblaciones son dominantes en la comunidad del zooplancton (>95%) (Trujillo-Ortiz, 1986; Méndez- Lanz, 1988; Jiménez-Pérez y Lara-Lara, 1990); al mismo tiempo, es un alimento importante que constituye un alto porcentaje de la dieta de la ictiofauna que habita en esta laguna (Navarro-Mendoza, 1985).

La tasa de pastoreo de *Acartia californiensis*, no ha sido determinada y debido a su importancia es necesario evaluarla para conocer, en una primera aproximación, la presión alimenticia que ejerce sobre el fitoplancton.

1.1. Antecedentes

Acartia californiensis Trinast (Subgenero Acanthacartia: grupo Rostrata de Steuer 1923) fue descrita por Trinast (1976). Es una especie endémica del Pacífico nororiental y aparentemente restringida exclusivamente a estuarios y lagunas costeras (Trinast, 1976; Trujillo- Ortiz, 1986).

De acuerdo a Johnson (1980) *Acartia californiensis* tiene su máxima distribución al norte en la Bahía Yaquina en Oregon. En las costas de California se ha registrado en Bahía San Francisco (Johnson, 1981), Elkhorn Slough en Bahía Monterrey (Pace, 1978), Bahía Newport en Los Angeles (Trinast, 1976), Laguna Peñasquitos y Mission Bay en San Diego (Uye y Fleminger, 1976). En México, esta especie ha sido observada en las lagunas de Guerrero Negro y Ojo de Liebre Baja California Sur (Trujillo-Ortiz, 1990).

En Baja California se ha reportado una gran abundancia de *Acartia californiensis*, principalmente en el Estero de Punta Banda en la Bahía de Todos Santos, B.C. México (Méndez-Lanz, 1988; Trujillo-Ortiz, 1986, 1990; Jiménez-Pérez y Lara Lara, 1990), y es probable que la distribución de este copépodo se extienda hasta la parte sur del golfo de California en las lagunas de Agiabampo y Yavaros, Sonora (Trujillo- Ortiz, 1990).

Existen pocos estudios relacionados con la biología de *Acartia californiensis*. Pace (1978) estudió su distribución, abundancia, crecimiento y fecundidad encontrando que el factor más importante en su ocurrencia fue la temperatura.

Johnson (1980) estudió la dinámica poblacional y la persistencia de cohortes de *Acartia californiensis*, y registró ciclos estacionales similares en la distribución y abundancia que se caracterizan por la presencia de seis cohortes persistentes bien definidas al año. También evaluó el efecto de la variación de la temperatura y la salinidad en la producción y viabilidad de los huevos. Encontró que la terminación del estado latente de los huevos en reposo (diapáusicos) dependen principalmente de la temperatura, y que la tasa y el éxito de la eclosión es controlado por la salinidad (Johnson, 1981).

Trujillo-Ortiz (1986) describió el ciclo de vida completo de *Acartia californiensis* bajo condiciones controladas en laboratorio con organismos provenientes del Estero de Punta Banda, B.C., México. Trujillo-Ortiz (1990) determinó que el porcentaje de eclosión de los huevos es alto para esta especie (96%), la producción de huevos varía de 24.75 a 27.35 huevos/hembras⁻¹día⁻¹ y el tiempo de desarrollo fue de 17.75 días, desde huevo hasta la etapa adulto (C-VI) a una temperatura de 17°C ± 1°C.

Trujillo-Ortiz y Arroyo-Ortega (1991) realizaron un análisis de mortalidad y de esperanza de vida para este organismo. Los resultados mostraron que la mayor incidencia de muertes se presentó durante los primeros estadios, factor que puede estar ligado a la terminación del saco vitelino, disponibilidad del alimento en el medio y a los cambios fisiológicos durante su crecimiento. Encontraron que las mayores probabilidades de vida fueron para los estadios adultos (C-VI).

Trujillo-Ortiz *et al.* (1995) estudiaron la variación genética de dos poblaciones de *Acartia californiensis* : Estero de Punta Banda, B.C., México y Mission Bay, California,

EUA. Mostrando una distancia genética de Nei de 0.006, encontrando una falta de diferenciación entre ambas poblaciones. Estos autores proponen la existencia de un flujo genético entre las dos poblaciones, probablemente dado a través de la dispersión pasiva de los huevos diapáusicos (de reposo) que produce esta especie, llevados fuera o dentro por el flujo y reflujo mareal y transportados hacia el sur por la corriente de California y hacia el norte por la contracorriente costera de Davidson.

Por último, Trujillo-Ortiz *et al.* (en prensa) realizaron estudios de hibridación entre las poblaciones de *Acartia californiensis* del Estero de Punta Banda y Mission Bay, encontrando resultados del éxito reproductivo hasta la segunda generación filial, corroborando reproductivamente los resultados genéticos de un experimento previo.

Desde el punto de vista ecológico es importante conocer la presión que ejerce *Acartia californiensis* sobre el fitoplancton. La tasa de filtración y la tasa específica de pastoreo son dos formas diferentes de expresar la remoción de partículas de una suspensión y no medidas de parámetros diferentes (Haney, 1973). La tasa específica de pastoreo expresa la actividad de ingestión de fitoplancton por parte del zooplancton herbívoro, la cual se describe como la cantidad de fitoplancton disponible ingerido por unidad de tiempo (Haney, 1973). Mientras que la tasa de filtración indica el volumen promedio en que los organismos pastoreadores remueven partículas en un tiempo determinado (Haney, 1973; Conover y Huntley, 1980).

Los trabajos que se han realizado sobre el zooplancton con el propósito de conocer su tasa de pastoreo, han sido en condiciones de laboratorio y alimentados con monocultivos de diversos tipos de microalgas, levaduras y bacterias. Sin embargo, esta información no evalúa el papel ecológico que juega el zooplancton y su función en el ecosistema (Steele, 1974). En el plancton existe una mezcla compleja de fitoplancton, bacterias, detritus y partículas inorgánicas que varían la composición química, la

distribución y el tamaño de las partículas disponibles para ser ingeridas (Roman y Rublee, 1981).

La tasa de pastoreo de los organismos presenta cierta periodicidad que es influenciada por los cambios en el medio como son la temperatura del agua, el tamaño de partículas (Napp *et al.*, 1988, Napp, 1986; Poulet y Marsot, 1978), el estado fisiológico (Conover y Huntley, 1980), los patrones de migración, las variaciones diurnas (Daro, 1988; Daro, 1985) y la intensidad de luz (Fernández, 1977; Nicolajsen *et al.*, 1983; Stearns y Forward, 1984; Head, 1986; Stearns, 1986; Napp *et al.*, 1988). Estos factores generan una alta variabilidad temporal que puede afectar el proceso de pastoreo. Por ello, es necesario realizar series de tiempo en días que permitan evaluar la tasa de pastoreo para comprender las posibles relaciones que existen entre el medio ambiente y la actividad alimenticia de los organismos. La mejor alternativa es la medición *in situ* del pastoreo especialmente en zonas dinámicas y de alta productividad como estuarios y lagunas costeras.

Se han empleado una gran variedad de métodos para conocer la tasa de pastoreo como conteos de células y de partículas, clorofila "a" y la incorporación de radiotrazadores. Estas mediciones pueden ser cuantificadas mediante una gran cantidad de métodos que incluyen la utilización de microscopía, contadores de partículas (Coulter-Counter), fluorescencia y contadores de centelleo (Mann *et al.*, 1984; Bakker *et al.*, 1985). De éstos, los radiotrazadores de actividad altamente específica son un método sensible, de fácil manejo y de aplicación *in situ* (Daro, 1978; Roman y Rublee, 1981). Para la realización de este estudio se utilizó la técnica de ^{14}C descrita por García-Pámanes (1989) y Lara-Lara *et al.* (1991).

1.2. Objetivo General

Determinar la tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración para el copépodo *Acartia californiensis* durante una serie de tiempo y una variación diurna *in situ* utilizando organismos del Estero de Punta Banda, B.C., México.

1.3. Hipótesis

1.3.1. La tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración presentan variaciones diarias a consecuencia de los cambios en la temperatura del agua, salinidad, clorofila 'a' y abundancia del fitoplancton.

1.3.2. La diferencia en sexos y la densidad de organismos influye en la tasa específica de pastoreo y de filtración.

1.3.3. La intensidad de luz presenta una relación inversa en la tasa de filtración; a menor intensidad de luz la tasa de filtración aumenta.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Área de Estudio

El Estero de Punta Banda es una laguna costera natural que se localiza en el extremo sur de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México, entre los 30° 12' y 31° 47' de latitud norte y 116° 10' y 116° 38' de longitud oeste (Fig. 1). Se caracteriza por presentar un canal en forma de "L" con un brazo corto de 3 Km y uno largo de 7 Km (Pritchard *et al.*, 1978). El canal principal tiene una profundidad máxima de 8 m que decrece hacia el interior del sistema (Camacho-Ibar, 1987). Este cuerpo de agua presenta una separación de la bahía por una barra de arena orientada a lo largo del brazo mayor de aproximadamente 7 km de largo (Célis-Ceceña y Álvarez- Borrego, 1975). La boca se encuentra al extremo norte de su barra y fluctúa de acuerdo al volumen de sedimentos aportados por el oleaje y transporte litoral (Célis-Ceceña y Álvarez-Borrego, 1975).

El Estero de Punta Banda, tiene un área de 3.6 Km² en bajamar media inferior y alrededor de 111.6 Km² en pleamar media superior. Las mareas son semidiurnas, con una amplitud superior a 1 m y pueden llegar hasta 2 m en marea viva (Pritchard *et al.*, 1978). La densidad del agua es igual o casi igual a la del mar abierto, lo cual la clasifica como una laguna neutra. El movimiento del agua es causado solamente por las mareas y el viento, y las máximas corrientes se presentan en la boca y las mínimas en la cabeza (Pritchard *et al.*, 1978).

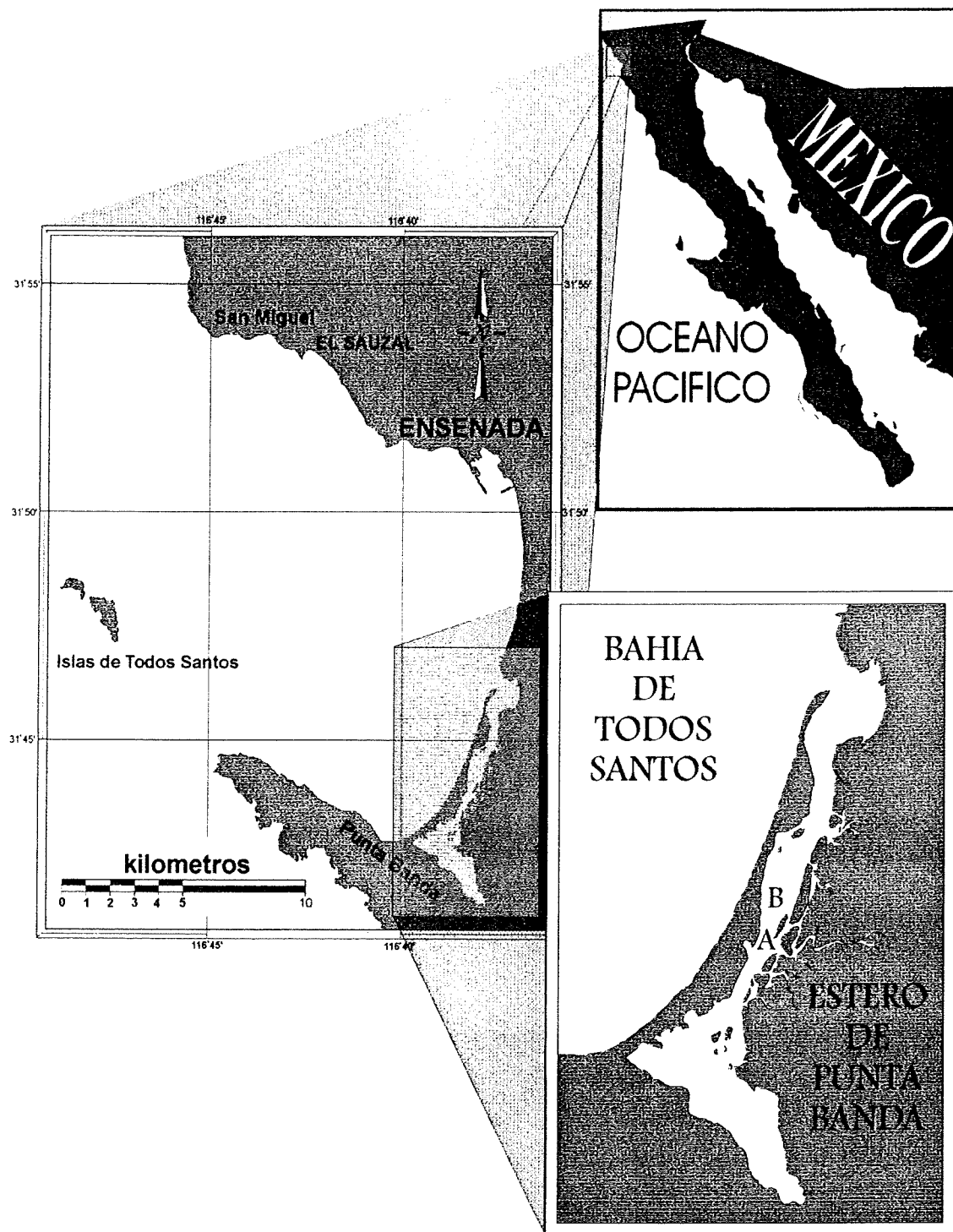


Figura 1. Localización del área de estudio.

(A) Serie de Tiempo.

(B) Variación Diurna.

Aproximadamente el 60% del agua es evacuada durante un ciclo de marea (Prichard *et al.*, 1978). Con excepción de los arroyos de San Carlos y la Grulla que fluyen en invierno cuando las lluvias son abundantes, no existe un flujo permanente de agua dulce hacia la laguna. La evaporación excede a la precipitación, por lo que la salinidad se incrementa de la boca hacia los interiores de la laguna (Acosta-Ruiz y Álvarez-Borrego, 1974; Célis-Ceceña y Álvarez-Borrego, 1975). Los mayores cambios de temperatura se encuentran en la parte interna del estero con temperaturas elevadas en verano y mínimas en invierno (Acosta-Ruiz y Álvarez-Borrego, 1974; Célis-Ceceña y Álvarez-Borrego, 1975).

2.2. Metodología de Campo y de Laboratorio

Se llevaron acabo 2 tipos de experimentos; el primero fue generar una serie de tiempo de 13 días (del 11 al 23 de agosto de 1994). La toma de muestras fue hecha diariamente entre las 05:00 y 06:00 hrs. Este horario fue propuesto para que todos los experimentos de laboratorio se realizaran a una misma hora. Las muestras se obtuvieron en el canal principal en la parte central del Estero de Punta Banda (Fig 1).

El segundo experimento consistió en obtener la variabilidad de la tasa de filtración de *Acartia californiensis* durante un ciclo diurno *in situ* los días 27 y 28 del mismo mes. Los experimentos se realizaron frente al Hotel Baja Beach y Tennis Club que se encuentra localizado en la barra del estero (Fig 1).

Durante los experimentos de la serie de tiempo y de la variación diurna se cuantificaron una serie de parámetros físicos y biológicos para tratar de describir las condiciones del medio ambiente que prevalecieron en el momento de cada muestreo, y de alguna manera asociarlos con la conducta alimenticia de *Acartia californiensis*.

2.3. Parámetros Físico-Biológicos

2.3.1. Marea

Los datos de marea corregidos para el Estero de Punta Banda fueron obtenidos del banco de datos del departamento de física del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

2.3.2. Temperatura

Para ambos muestreos la temperatura del agua se tomó utilizando un termómetro Digital VWR (± 0.1 °C de precisión).

2.3.3. Salinidad

Para determinar la salinidad se tomaron muestras de agua en botellas de citrato de magnesio de 350 ml de capacidad. La medición se efectuó con un salinómetro de inducción marca Beckman modelo RS-10.

2.3.4. Fitoplancton

Se tomaron muestras de agua en botellas BOD de 250 ml. Las muestras fueron fijadas con 2.5 ml de lugol neutro con base de acetato de sodio en 250 ml de agua. La identificación y cuantificación del fitoplancton se llevó a cabo siguiendo el método de Ütermohl, sedimentando la muestra 24 horas antes de su análisis (Hasle, 1978).

Se utilizó un microscopio invertido marca Carl-Zeiss. Para el microplancton (20 - 200 μm) se usaron cubetas de 10 ml para las especies comunes y cubetas de 50 ml para las especies raras (Sosa-Ávalos, 1994).

Para el nanoplancton (2 - 20 μm) se emplearon cubetas de 10 ml y para su conteo sólo se barrieron dos transectos por muestra.

El microplancton se contó con dos aumentos: 200x para la cubeta de 10 ml y 100x para la cubeta de 50 ml barriendo en ambas el total de la muestra. Para la cuantificación del nanoplancton se utilizó un aumento de 400x (Sosa-Ávalos, 1994).

2.3.5. Clorofila “a”

Para determinar la clorofila “a” se tomaron 500 ml de agua. Para su análisis, el agua fue filtrada a través de filtros de nitrato de celulosa de 0.45 μ m de luz de poro y 47 mm de diámetro. Los filtros fueron cubiertos con papel aluminio y congelados para su análisis posterior. La clorofila “a” se cuantificó siguiendo la metodología descrita por Strickland y Parsons (1972). Las muestras fueron analizadas en un espectrofotómetro modelo Spectronic 2000 marca Bausch y Lomb. Para calcular la concentración de este pigmento se utilizaron las ecuaciones propuestas por Millán-Núñez y Álvarez-Borrego (1978).

Sólo para los experimentos de la variación diurna, cada uno de los parámetros mencionados fueron muestreados cada hora.

2.3.6. Irradiancia

Únicamente para la variación diurna se tomaron lecturas de irradiancia, tanto para el ambiente, como para la columna de agua, a una profundidad aproximada de 30 cm. Ambas lecturas se efectuaron cada 30 min, utilizando un fotómetro de celda plana marca Kalhsico.

2.3.7. Zooplancton

Diariamente, en la serie de tiempo y cada 4 horas en la variación diurna, se llevaron a cabo de 3 a 5 arrastres de zooplancton. El número de arrastres dependió de la densidad de los organismos capturados. Los arrastres fueron hechos subsuperficialmente, utilizando una red estándar monofilamentosa de 202 μm y 0.5 m de diámetro con copo de vidrio y provista de un flujómetro calibrado. El tiempo de cada arrastre fue de aproximadamente 1 min. Los arrastres fueron realizados de manera circular para evitar en lo posible el disturbio causado por la propela del motor (Trujillo-Ortiz, 1990; 1995).

De cada muestreo, sólo un arrastre fue fijado con una solución de formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio (proporción 1:4 con respecto a la muestra). Las muestras sobrantes con organismos vivos fueron colocadas en una hielera tipo termo de 20 litros de capacidad y transportadas al laboratorio para ser utilizadas en los experimentos de pastoreo.

2.3.8. Identificación y abundancia del zooplancton

Para la identificación y abundancia se utilizó una pipeta Stempel con émbolo de 1 ml, por presentarse una alta densidad de organismos pequeños. Las muestras fueron sedimentadas por 24 horas en conos Imhoff de 1 litro antes de su análisis. El volumen sedimentado de la muestra se multiplicó por un factor de 5, obteniendo con ello una dilución final de 1/5 de muestra por 4/5 de líquido. Este tratamiento se realizó para todas las muestras de zooplancton que fueron fijadas. De cada muestra se tomaron 5 alicuotas de 1 ml. Los organismos fueron identificados en un microscopio estereoscópico utilizando las claves de identificación de Boltvskoy (1981) y Todd y Laverack (1991).

2.3.9. Biomasa zooplanctónica

La biomasa fue obtenida con 4 diferentes métodos.

2.3.9.1. Para obtener el volumen desplazado de los organismos se emplearon las técnicas de Boltovskoy (1981).

2.3.9.2. Para el peso humedo, el zooplancton fue filtrado por una malla de 150 μm y posteriormente fue pesado utilizando una balanza analítica Mettler AE160 (± 0.0001 de precisión).

2.3.9.3. Para obtener el peso seco las muestras fueron colocadas en un horno de Precisión Modelo 18EM-GCA a una temperatura constante de 60°C y pesadas a 2 tiempos, 24 y 72 horas.

2.3.9.4. El peso seco libre de cenizas se determinó colocando las muestras en una mufla Fumatrol Thermolyne a una temperatura de 550°C durante 5 hrs y posteriormente pesadas (Beers, 1976).

2.4. Estimación de la Tasa Específica de Pastoreo (h^{-1}) y Tasa de Filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$) de *Acartia californiensis* durante la Serie de Tiempo.

2.4.1. Colecta y tratamiento de muestras de fitoplancton

En cada día se colectaron 17.2 litros de agua con fitoplancton natural. Se colectaron las muestras superficialmente con botellas Van Dorn de 3 litros de capacidad. El agua fue filtrada a través de una malla de 150 μm para retener la mayor parte del macrozooplancton presente. Posteriormente, las muestras se transportaron al laboratorio en dos garrafones de plástico de 10 litros cada uno. Una vez en el

laboratorio, el agua con el fitoplancton fue separada en dos garrafones de vidrio de 20 litros de capacidad poniendo un volumen de 8.6 litros de agua cada uno.

Inicialmente y de acuerdo al marcaje de las ampoyetas, diariamente se inoculó un garrafón con 100 μCi de $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ para determinar la cantidad de fitoplancton ingerido por *Acartia californiensis*. Sin embargo, al término de los experimentos se comprobó que la actividad del ^{14}C tan sólo llegó a tener como máximo 10 μCi de $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ por cada garrafón inoculado. Aunque en todos los experimentos se modificó la concentración inicial de ^{14}C , la radiactividad presente fue suficiente para obtener resultados confiables y poder calcular la tasa de pastoreo y de filtración de este organismo. Por esta razón, diariamente un garrafón fue inoculado con 10 μCi de $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$; el segundo garrafón permaneció sólo como control. Los garrafones se incubaron a temperatura *in situ* 27 ± 1 °C y luz artificial de 40 W. El tiempo de incubación del fitoplancton fue de 8 hrs, tiempo adecuado para una alta asimilación sin pérdida significativa de ^{14}C por respiración (Carpenter y Lively, 1981; Millán-Núñez, 1994 com. pers.) .

2.4.2. Razón de asimilación de ^{14}C por hora para el fitoplancton durante el tiempo de incubación de 8 hrs

Para determinar la tasa de asimilación de ^{14}C del fitoplancton durante la incubación de 8 hrs, cada hora se tomó una muestra de agua de 150 ml. El agua fue pasada por un filtro de nitrato de celulosa de 45 μm y 25 mm de diámetro. Posteriormente, el filtro se expuso a vapores de HCl concentrado para eliminar el carbón inorgánico no asimilado (Sosa-Ávalos, 1994). El filtro fue colocado en un vial de vidrio de 20 ml con 10 ml de líquido de centelleo.

2.4.3. Toma de muestras de fitoplancton marcado con ^{14}C para el inicio de cada experimento de pastoreo

Al dar inicio a cada experimento de pastoreo, diariamente se tomaron de 1 a 3 muestras de 150 ml de fitoplancton marcado con ^{14}C al término de las 8 hrs de incubación. Con el fin de conocer la actividad inicial de ^{14}C en el fitoplancton al comienzo de cada experimento de pastoreo, las muestras fueron tomadas y tratadas como ya fue mencionado.

2.4.4. Separación de los organismos de *Acartia californiensis*

Adultos (C-VI) de *Acartia californiensis* fueron separados del resto de la comunidad del zooplancton aprovechando su fototactismo positivo. Los copépodos fueron colocados en vasos de precipitado de 500 ml con agua de mar filtrada. Posteriormente se colocaron en cajas Petri con unas gotas de solución marina de MS-222 (metanosulfonato de tricaina) al 0.1% para adormecerlos y facilitar su separación. Los organismos fueron separados por sexos; la separación fue manual y se empleó un microscopio estereoscópico.

Antes de cada experimento de pastoreo, los copépodos permanecieron 1 hora en viales de 20 ml con agua de mar filtrada y pasada por UV con el fin de permitir el lavado del tracto digestivo de los organismos.

2.4.5. Experimento de pastoreo

Los copépodos fueron colocados en 42 frascos de 250 ml cada uno con 200 ml de agua con fitoplancton marcado con ^{14}C . En los frascos se pusieron organismos en diferentes densidades (10, 20 y 30) y sexos (hembras y machos). Los frascos fueron

previamente cubiertos con papel aluminio para evitar el paso de la luz y eliminar posibles alteraciones en la actividad del fitoplancton previamente marcado. Los frascos fueron colocados en una rueda de pastoreo para mantener homogéneos los contenidos y evitar el asentamiento de fitoplancton y copépodos. La rueda de pastoreo se mantuvo a una velocidad aproximada de 2 rpm.

Posteriormente, tres frascos con organismos de cada sexo y con diferente densidad fueron retirados de la rueda de pastoreo a los tiempos 0, 15, 30, 45, 60, 90 y 120 min. Al término de cada tiempo los copépodos se filtraron por una malla Nitex de 150 μm y se lavaron con agua destilada. Los organismos fueron colocados directamente en viales de 20 ml conteniendo 10 ml de líquido de centelleo.

2.4.6. Controles para la corrección de la tasa específica de pastoreo y de filtración

2.4.6.1. Determinación de la absorción de ^{14}C sobre la superficie de los copépodos, así como su consumo por procesos de filtración

Para este control se utilizaron 3 litros de agua de mar filtrada a través de filtros de 0.2 μm y 25 mm de diámetro con el fin de remover la totalidad de fitoplancton y bacterias presentes. La muestra fue inoculada con 5 μCi ^{14}C , dejándose incubar el mismo tiempo que las muestras de fitoplancton (8 hrs). Posteriormente, se colocaron 20 hembras y 20 machos por separado en frascos con 200 ml de agua de mar marcada con ^{14}C . Las muestras se trataron por triplicado y fueron retiradas de la rueda de pastoreo a los 60 y 120 min. Los copépodos fueron filtrados y tratados como anteriormente se describió.

2.4.6.2. Cambios a través del tiempo en la actividad del ^{14}C del fitoplancton sin presencia de copépodos

El segundo control se realizó para determinar los cambios en la actividad del ^{14}C del fitoplancton durante las 2 hrs de duración del experimento de pastoreo. En este experimento se utilizaron 3 litros de agua de mar conteniendo fitoplancton natural inoculada con 5 μCi de ^{14}C . El tiempo de incubación fue de 8 hrs. Posteriormente se llenaron 15 frascos con 200 ml de agua conteniendo fitoplancton marcado con ^{14}C . Los frascos se colocaron en la rueda de pastoreo, retirando 3 de ellos a los tiempos 0, 30, 60, 90 y 120 min. De cada frasco se tomaron 150 ml de agua que fue filtrada a través de filtros de nitrato de celulosa de 0.45 μm y 25 mm de diámetro. Los filtros recibieron el mismo tratamiento descrito en el inciso 2.4.2.

2.4.7. Tratamiento de muestras de fitoplancton y copépodos

Como no se adicionó ningún tipo de solvente orgánico para solubilizar los tejidos de los copépodos antes de ser colocados en el líquido de centelleo, los viales conteniendo los copépodos fueron colocados en un baño de ultrasonido marca Cleaner modelo b-12 de 80 W durante 2 min con el propósito de desintegrar los organismos y obtener una mejor actividad del ^{14}C en cada muestra.

Con el fin de eliminar el carbón inorgánico presente en cada muestra, a todos los viales que contenían copépodos y los viales con los filtros con el fitoplancton marcado con ^{14}C se les adicionó 0.1 ml de HCl concentrado permaneciendo destapados por 24 hrs antes de medir la actividad del ^{14}C (Mague *et al.*, 1980; Millán-Núñez y Santamaría-del-Angel, 1994 com. pers.). La actividad del ^{14}C fue medida en un

contador de centelleo líquido marca Beckman modelo LS-5000TD en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (UABC).

2.4.8. Determinación de la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y la tasa de filtración ($ml \cdot org^{-1} \cdot dia^{-1}$)

La tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración se determinaron mediante las ecuaciones descritas por Haney (1973). Para los calculos se utilizaron los valores que correspondieron al minuto 90 debido a que éste fue el punto en donde se presentaron las mas altas desintegraciones por minuto por organismo ($dpm \cdot org^{-1}$) del ^{14}C obtenidas durante las dos horas de incubaciones de las muestras (Fig. 9).

2.4.8.1. Tasa especifica de pastoreo

La tasa específica de pastoreo se define como la cantidad de fitoplancton ingerido por el zooplancton por fitoplancton disponible por unidad de tiempo, cuya expresión es:

$$g = (a) / [(p) (h) (v)] \quad (1)$$

Donde:

g = tasa individual de pastoreo (h^{-1})

a = desintegraciones por min (dpm) por organismo

p = dpm por ml de suspensión de fitoplancton

h = horas de alimentación

v = volumen total de la botella experimental (ml)

2.4.8.2. Tasa de filtración

Esta se define como el volumen de agua aspirada por el organismo por día, de acuerdo a la ecuación:

$$f = [(a) (24)] / [(p) (h)] \quad (2)$$

Donde:

f = tasa de filtración ($\text{ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$)

a = desintegraciones por min (dpm) por organismo

p = dpm por ml de suspensión de fitoplancton

h = tiempo de alimentación (hrs)

2.5. Cambio de la Tasa de Filtración de *Acartia californiensis* durante la Variación Diurna *in situ*

Durante los días 27 y 28 de agosto de 1994, se llevaron a cabo 6 experimentos para determinar la tasa de pastoreo. Los experimentos se realizaron cada 4 hrs a partir de las 08:00 hrs del día 27, finalizando a las 04:00 hrs del día 28 (Fig. 2).

Para cada experimento se utilizaron 4.5 litros de agua proveniente del estero inoculada con 10 μCi de $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$. El tiempo de incubación del fitoplancton fue de 8 hrs igual que para el experimento de pastoreo. Para tener siempre fitoplancton marcado, las incubaciones durante el día se hicieron con luz natural, colocando una malla sobre los garrafrones para atenuar la luz directa del sol (se tomó como referencia la intensidad de luz a los 30 cm de profundidad del agua). Durante la noche, las incubaciones se realizaron con dos lámparas de luz artificial de 40 W cada una (Daro y Baars, 1986).

Al término de cada incubación el agua con el fitoplancton marcado se distribuyó en 18 frascos con un volumen de 200 ml de agua cada uno. A cada frasco se le

adicionaron 20 organismos. En este experimento, al igual que en la serie de tiempo, los sexos se trataron por separado, obteniéndose al final de cada incubación 9 frascos con hembras y 9 con machos.

Los frascos fueron colocados en una rueda de pastoreo especialmente diseñada para sumergirse en el agua *in situ*. La rueda se fijó cerca de la estación de muestreo y a 30 cm de profundidad. El movimiento rotatorio fue controlado por la corriente de marea, evitando el asentamiento de los organismos. Los frascos no fueron cubiertos con papel aluminio, por lo que la estimación de la tasa de pastoreo fue a diferentes intensidades de luz. El tiempo de incubación para los experimentos de pastoreo fue de 2 hrs, y a los tiempos 30, 60 y 120 min se retiraron 3 frascos de cada sexo. A diferencia de los experimentos en el laboratorio, aquí se tomaron muestras de agua de cada frasco al final de cada experimento. Esto se realizó con la finalidad de determinar la variación de la actividad del ^{14}C en el fitoplancton por los diferentes cambios de luz. Las muestras de agua con fitoplancton marcado con ^{14}C y las muestras de los copépodos fueron tratados de la misma manera que en los experimentos de la serie de tiempo.

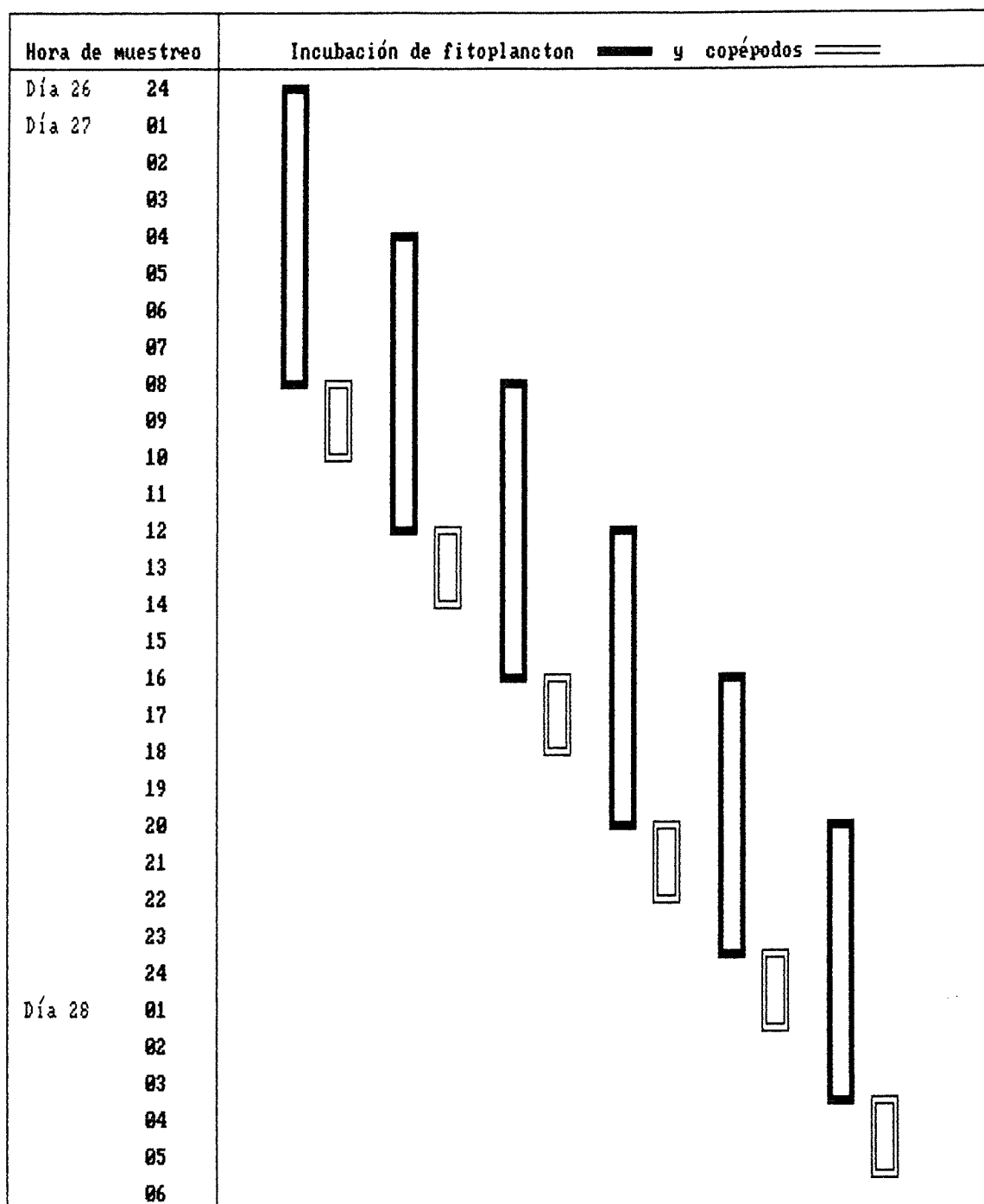


Figura 2. Secuencia de incubaciones durante la variación diurna *in situ* los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México. El tiempo de incubación para el fitoplancton fue de 8 hrs y para los copépodos de 2 hrs.

cada frasco al final de cada experimento. Esto se realizó con la finalidad de determinar la variación de la actividad del ^{14}C en el fitoplancton por los diferentes cambios de luz. Las muestras de agua con fitoplancton marcado con ^{14}C y las muestras de los copépodos fueron tratados de la misma manera que en los experimentos de la serie de tiempo.

2.5.1. Determinación de la tasa de filtración a diferentes intensidades de luz

Los cálculos para obtener la tasa de filtración a las diferentes intensidades de luz se realizaron en base a la ecuación descrita por Daro y Baars (1986). Debido a que en este experimento no se obtuvieron muestras al min 90, se tomaron los datos del min 60 para poder calcular la tasa de filtración teniendo en cuenta que es el punto más cercano al máximo asimilado (Fig. 9).

2.5.1.1. Tasa de filtración

$$\text{Tasa de filtración} = \left(\frac{\text{dpm por org al } t = t}{(\text{dpm fito al } t = 0 + \text{dpm fito al } t = t) / 2} \right) * 24/t \quad (3)$$

Donde:

dpm por org al $t=t$ = desintegraciones por organismo al tiempo final del experimento

dpm de fito al $t=0$ = desintegraciones del fitoplancton al inicio del experimento

dpm de fito al $t=t$ = desintegraciones del fitoplancton al final del experimento

t = tiempo de duración del experimento (h^{-1})

2.6. Determinación del Porcentaje de Carbono y del Consumo de Carbono por Día ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$) para *Acartia californiensis*.

Para la serie de tiempo se obtuvo el porcentaje de carbono consumido y el consumo de carbono por día ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$) de *Acartia californiensis*. Se utilizaron los promedios de la tasa de filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$), el número de organismos de *Acartia* ($\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$) y la Chl “a” cuantificada para cada día de muestreo. La Chl “a” fue convertida a biomasa de carbón de fitoplancton considerando un factor de 49 según Sosa-Ávalos (1994). Los calculos se realizaron utilizando las ecuaciones descritas por Lara-Lara (1991).

2.6.1. Porcentaje de carbono consumido por día.

$$\% \text{ de Carbono} = [(\text{núm de org}) (\text{tasa de filtración})] / 100 \quad (4)$$

Donde:

núm de org = núm de $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$ de *Acartia californiensis*

tasa de filtración = tasa promedio de filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$)

2.6.2. Consumo de carbono por día ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$)

$$\text{consumo de carbono} = [(\% \text{ de Carbono}) (\text{biomasa de fito})] \quad (5)$$

Donde:

% de carbono = porcentaje de carbono consumido por día (Ec. 4)

biomasa de fito = biomasa de carbono de fitoplancton ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}$)

2.7. Análisis Estadístico

2.7.1 Parámetros físico-biológicos

Todos los parámetros fueron graficados en función del tiempo para mostrar su comportamiento.

Con excepción de la marea para la serie de tiempo y de la irradiancia de la variación diurna, a todos los parámetros se le aplicó un análisis de correlación múltiple con el propósito de conocer su grado de asociación (Siegel, 1979).

2.7.2. Tratamiento estadístico de la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y tasa de filtración ($ml \cdot org^{-1} \cdot día^{-1}$) en la serie de tiempo y en la variación diurna.

Los datos de la tasa de pastoreo (Ec. 1) y la tasa de filtración (Ec. 2 y 3) para cada uno de los experimentos se trabajaron por separado. A cada grupo de datos se le probó la homogeneidad de varianzas aplicando las pruebas de Bartlett y Cochran (Zar, 1984). Los resultados de las pruebas estadísticas mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$), por lo que se les aplicó un análisis estadístico no paramétrico.

Para obtener la variación de la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) (Ec. 1) y la tasa de filtración ($ml \cdot org^{-1} \cdot día^{-1}$) (Ec. 2 y 3) entre días de muestreo y entre sexos (hembras y machos). Se aplicó un análisis de varianza no paramétrica de dos factores por suma de rangos de Kruskal-Wallis (Zar, 1984).

En ambos experimentos, serie de tiempo y variación diurna, los resultados de los análisis de varianza mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$). Por ello fueron aplicadas pruebas de comparaciones múltiples *a posteriori* no paramétricas de Tukey.

Para probar diferencias entre las tres densidades trabajadas en la serie de tiempo para la tasa de pastoreo (Ec. 1), como para la tasa de filtración (Ec. 2), se aplicó una prueba de comparaciones múltiples *a posteriori* no paramétrica de Tukey.

Para evaluar el comportamiento gráfico de los resultados de la tasa específica de pastoreo y de la tasa de filtración se realizó un análisis exploratorio por medio de diagramas de cajas y bigotes (Box-Whiskers) (Hamilton, 1992).

Se realizaron correlaciones para conocer el grado de asociación de la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) (Ec. 1) y la tasa de filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) (Ec. 2 y 3), con respecto a los parámetros analizados en este estudio, con la excepción de la marea para la serie de tiempo e irradiancia para la variación diurna.

3. RESULTADOS

3.1. Serie de Tiempo

3.1.1. Parámetros físico-biológicos

3.1.1.1. Marea

El comportamiento de la marea durante los 13 días se presente en la figura 3. Donde se observa que del día 15 al 20 existieron condiciones de marea viva.

3.1.1.2. Temperatura

La temperatura registró un valor promedio de 26.8 ± 0.9 °C. La temperatura más elevada se presentó el día 14, con 28.4 °C y la más baja el día 22 con 25.0 °C (Fig. 4a). Los días 12, 14 y 15 presentaron las temperaturas más altas registradas durante el estudio. Este comportamiento fue atribuido a que fueron muestreados en el refluo mareal, indicando la influencia del agua de la parte interna del Estero. Las temperaturas más bajas para los días muestreados se presentaron durante el flujo mareal, lo que indica la entrada de agua fría de la bahía hacia la laguna.

3.1.1.3. Salinidad

El comportamiento de la salinidad se observa en la figura 4b. El valor promedio fue de 35.97 ± 0.68 ‰, con un valor máximo de 36.90 ‰ para el día 21 y un mínimo de 34.09 ‰ para el día 17.

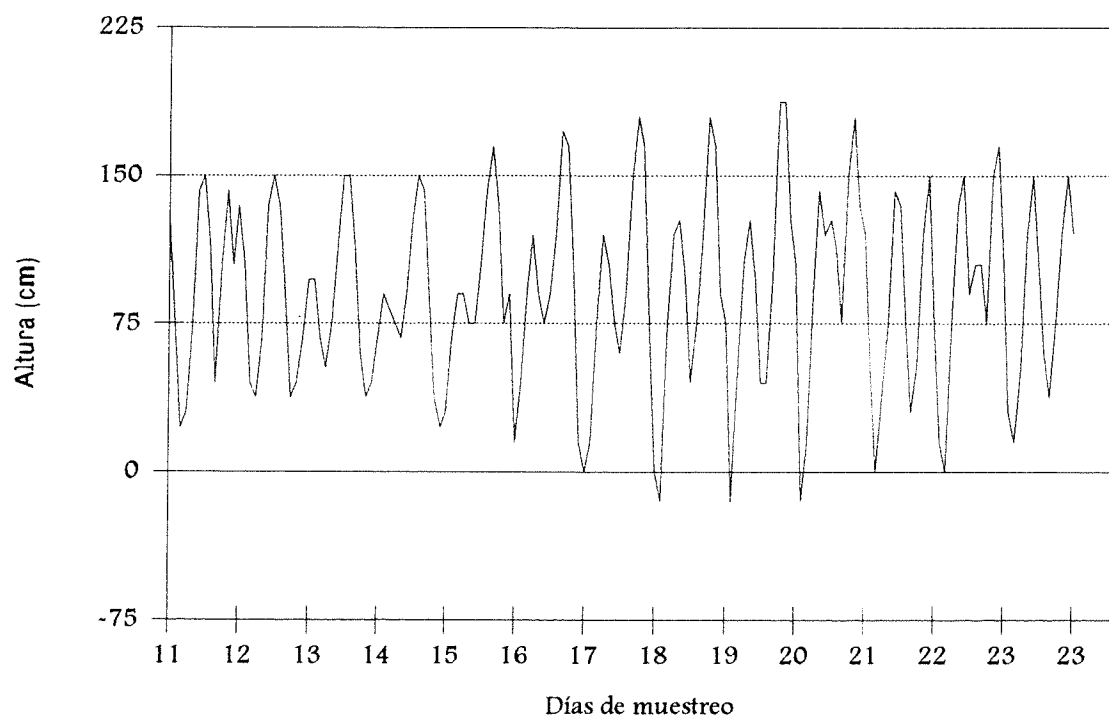


Figura 3. Comportamiento de la marea durante la serie de tiempo del 11 al 23 de agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

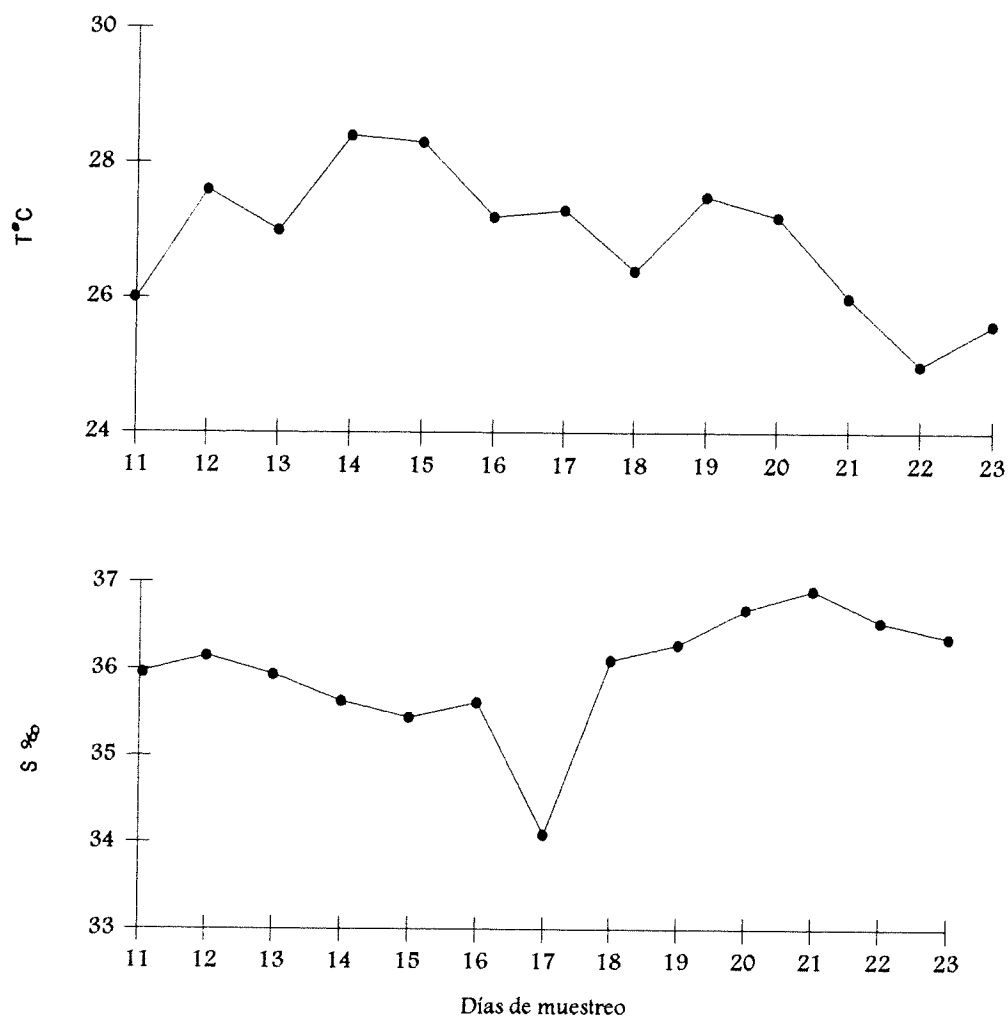


Figura 4. Variación de la temperatura del agua (A) y de la salinidad (B) durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C. México.

3.1.1.4. Clorofila "a"

La clorofila "a" registró un valor promedio de $2.97 \pm 0.66 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, con un máximo de $3.82 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ para el día 23 y un mínimo de $1.64 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ para el día 22 (Fig. 5a).

3.1.1.5. Fitoplancton

La abundancia de fitoplancton presentó fluctuaciones extremas durante todo el período de muestreo, presentó valores bajos durante los primeros ocho días, y valores altos durante los siete días restantes (Fig. 5b). El promedio fue de $2878.88 \times 10^3 \pm 1123.79 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ con un rango de $1293.36 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ para el día 18 y $4872.94 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ para el día 21 (Fig. 5b).

La variación por grupos se presenta en la tabla I. Las diatomeas registraron una abundancia de $9.25 \times 10^3 \pm 11.38 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$, con una fluctuación de $43.7 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ para el día 14 y $2.3 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ para el día 11. La abundancia más alta se presentó durante un florecimiento de *Amphora* spp. Las diatomeas presentaron una mayor abundancia respecto a los dinoflagelados, excepto para los días 18 y 20, durante los cuales estos últimos presentaron un incremento.

Los dinoflagelados registraron un promedio de $3.12 \times 10^3 \pm 1.23 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ con un máximo de $5.42 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ para el día 20 y un mínimo de $1.34 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ para el día 13. En la mayoría de los días muestreados estos organismos fueron los menos abundantes de los tres grupos del fitoplancton (Tabla I).

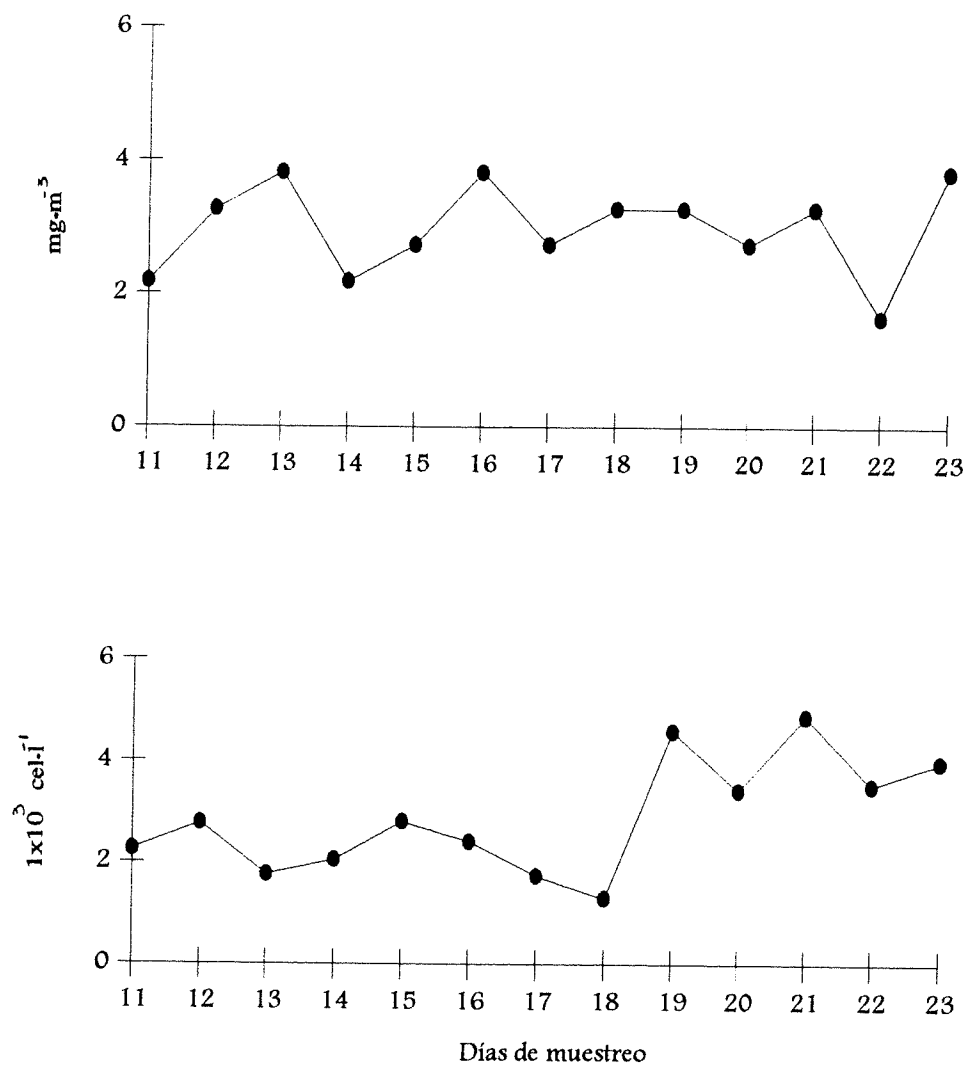


Figura 5. Variación de la Chl "a" (A) y del fitoplancton (B) durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C. México.

Tabla I. Fitoplancton ($\text{cel}\cdot\text{l}^{-1}$) registrado en la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.

Día de muestreo	Diatomeas ($\times 10^3$)	Dinoflagelados ($\times 10^3$)	Nanoplancton ($\times 10^3$)
11	2.30	1.90	2249.21
12	5.00	2.40	2763.98
13	19.58	1.34	1741.40
14	43.70	4.34	2004.32
15	4.50	3.80	2790.48
16	6.78	3.64	2393.19
17	4.88	4.02	1724.25
18	3.80	4.36	1285.20
19	2.52	1.86	4577.48
20	5.36	5.42	3407.09
21	4.52	1.92	4866.50
22	4.50	2.64	3502.05
23	12.82	2.98	3956.43

El nanoplancton estuvo representado en más del 90% por la especie *Exuviella vaginula*, que mostró una abundancia promedio de $2866.27 \times 10^3 \pm 1127.21 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ con una variación de $4866.5 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ el día 21 y $1285.2 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$ para el día 18 (Tabla I).

3.1.1.6. Zooplancton

3.1.1.6.1. Abundancia

La figura 6a muestra la abundancia diaria del zooplancton durante el período de muestreo. El valor promedio fue $1025 \pm 652 \text{ org}\cdot\text{m}^{-3}$, con un máximo el día 23 con $2588 \text{ org}\cdot\text{m}^{-3}$ y un mínimo el día 20 con $138 \text{ org}\cdot\text{m}^{-3}$. La tabla II muestra las especies de zooplancton identificadas durante los días de muestreo. Se observó que las especies de copépodos fueron los más abundantes. El mayor número de organismos fue de *Acartia californiensis* durante todo el período de muestreo, seguido de *Pseudodiaptomus euryhalinus*, *Acartia tonsa* y *Paracalanus parvus*, y en menor cantidad, las larvas de peces y de eufáusidos.

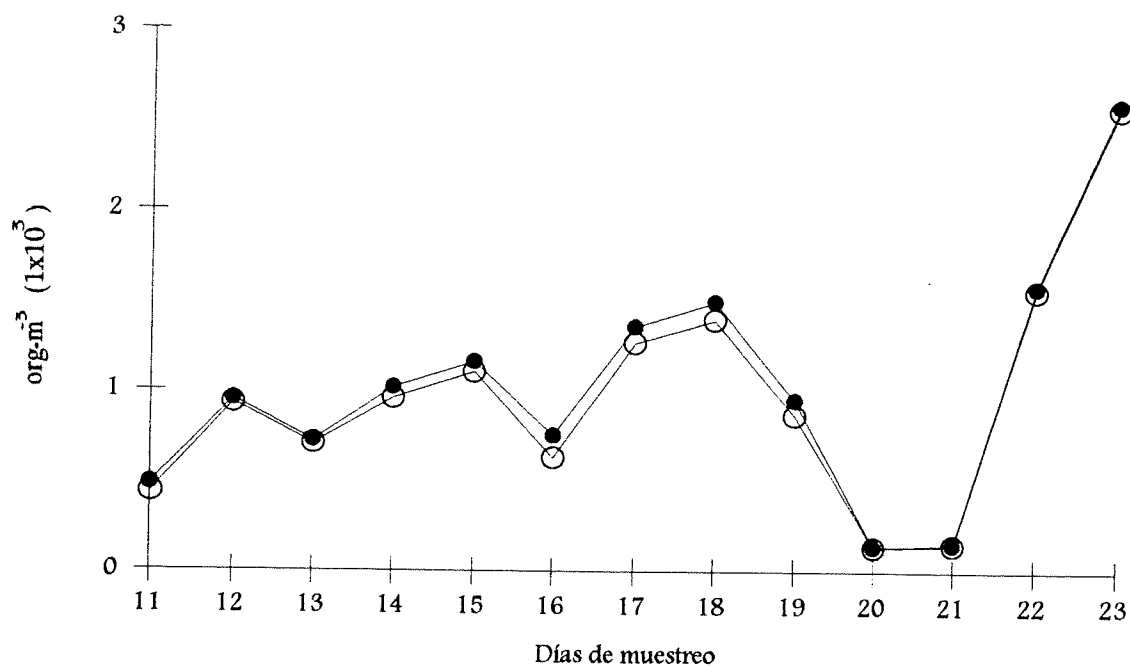


Figura 6. Abundancia del zooplancton (●) y del copépodo *Acartia californiensis* (○) durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

Tabla II. Composición de especies de zooplancton ($\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$) durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.

Especies/Día de muestreo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Copépodos													
<i>Acartia californiensis</i>	434	930	706	956	1102	628	1264	1392	864	134	146	1556	2564
<i>Acartia tonsa</i>	14	4	5	25	9	7	15	8	6	1	1	7	15
<i>Pseudodiaptomus euryhalinus</i>	8	3	3	5	21	78	50	56	50	1	1	1	3
<i>Euterpina acutifrons</i>	2	0	0	0	0	1	1	7	2	0	0	0	0
<i>Paracalanus parvus</i>	5	4	5	5	8	6	12	15	17	1	0	7	3
<i>Pseudocyclops bilobatus</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Clausocalanus spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cladóceros	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Nemátodos	3	1	0	0	0	0	1	3	1	0	1	2	0
Poliquetos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Equinodermos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostrácos	1	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0
Huevos de pez	5	3	2	19	16	26	3	0	0	0	0	0	0
Larvas de pez	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvas de gastrópodos	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvas de eufáusidos	2	3	1	0	1	2	3	5	4	1	1	1	3
Larvas de anfípodos	1	0	0	1	0	1	3	4	3	0	0	1	0
Larvas zoeas	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Mysis	1	1	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	483	951	724	1017	1160	751	1355	1493	948	138	151	1576	2588

En la figura 6 y tabla II se aprecia que el número de organismos de *Acartia californiensis* constituyó más del 95% del total de la comunidad del zooplancton. El número de hembras de *Acartia californiensis* fue mayor durante todo el estudio en comparación a los machos (Tabla III).

3.1.1.6.2. Biomasa

Para fines de comparación de la biomasa sólo se describen los valores del peso seco ($\text{g}\cdot 1000\text{m}^{-3}$). El peso seco presentó un promedio de $4.63 \pm 2.13 \text{ g}\cdot 1000\text{m}^{-3}$, con

una fluctuación de 0.59 a 7.29 g·1000m⁻³ durante los días 21 y 23, respectivamente, los cuales representan la mayor y menor abundancia (Tabla IV y Fig. 7).

3.1.1.7. Correlaciones

Las correlaciones entre los parámetros analizados en este estudio se muestran en la tabla V. Como se puede observar, sólo se encontró significancia entre el nanoplancton y la salinidad y el peso seco del zooplancton con el número de org·m⁻³ ($p < 0.05$), probablemente debido a que las muestras fueron tomadas con 24 hrs de diferencia.

Tabla III. Abundancia de hembras y machos (org·m⁻³) del copépodo *Acartia californiensis* durante la serie de tiempo, del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.

Día de muestreo	Hembras	Machos	Total
11	354	80	434
12	712	218	930
13	522	184	706
14	752	204	956
15	792	310	1102
16	458	170	628
17	886	378	1264
18	930	462	1392
19	436	428	864
20	92	42	134
21	104	42	146
22	1186	370	1556
23	1920	644	2564

Tabla IV. Biomasa zooplanctónica encontrada en la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B. C., México.

Día de muestreo	Volumen desplazado ml·1000m ⁻³	Peso húmedo g·1000m ⁻³	Peso seco g·1000m ⁻³	Peso libre de cenizas g·1000m ⁻³
11	36.70	30.46	2.82	1.19
12	53.22	50.98	4.18	1.56
13	59.84	52.18	4.25	1.55
14	68.39	75.61	6.22	2.29
15	53.74	67.12	5.90	2.06
16	36.39	62.74	5.38	1.93
17	75.48	63.65	5.79	1.95
18	84.48	78.26	6.68	2.19
19	50.77	46.20	4.54	1.39
20	12.99	7.46	0.69	0.23
21	9.81	6.01	0.59	0.19
22	57.07	62.58	5.93	1.80
23	67.85	70.33	7.29	1.93

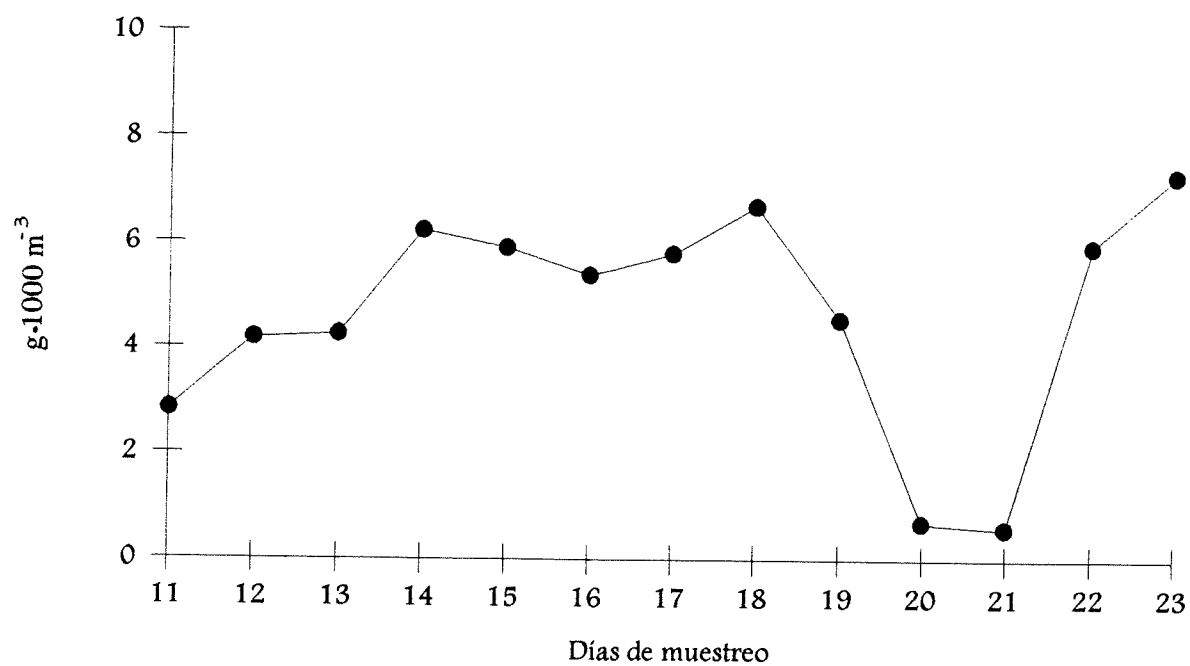


Figura 7. Peso seco determinado para el zooplancton durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

Tabla V. Resultados de las correlaciones de los parámetros cuantificados en la serie de tiempo, del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

	Temp.	Salinidad	Chl		Diatomeas	Dinoflagelados	Nano	
			$\bar{a}$				plancton	org·m ⁻³
Salinidad	-0.46							
Chl. " $\bar{a}$ "	0.08	0.06						
Diatomeas	0.37	-0.12	-0.09					
Dinoflagelados	0.34	-0.25	-0.20	0.15				
Nanoplancton	-0.29	<u>0.60</u>	0.07	-0.28	-0.31			
Org·m ⁻³	-0.29	-0.15	0.07	0.09	0.05	-0.04		
Peso seco	0.05	-0.45	0.03	0.27	0.15	-0.39	<u>0.83</u>	

Los números subrayados representan correlación significativa ($p < 0.05$)

3.1.2. Pastoreo

3.1.2.1. Asimilación de ^{14}C por fitoplancton durante el tiempo de incubación (8 horas)

La asimilación de ^{14}C por el fitoplancton durante las 8 hrs de incubación se muestra en la figura 8. En ella se observa que la asimilación de ^{14}C por el fitoplancton presentó una lineal recta hasta alcanzar un máximo en la séptima hora con 207 dpm·ml⁻¹. Posteriormente se presentó un descenso con 123 dpm·ml⁻¹ para la octava hora (Fig. 8).

3.1.2.2. Asimilación de ^{14}C por *Acartia californiensis*

Se obtuvieron los promedios de las dpm·org⁻¹ de *Acartia californiensis* para la serie de tiempo. Como se muestra en la figura 9, a medida que transcurrió el tiempo de incubación la asimilación de ^{14}C por el copépodo aumentó. La mayor asimilación de ^{14}C se obtuvo para el minuto 90 con 13 dpm·org⁻¹. En el minuto 120 se presentó un decaimiento de la actividad de ^{14}C con 11 dpm·org⁻¹.

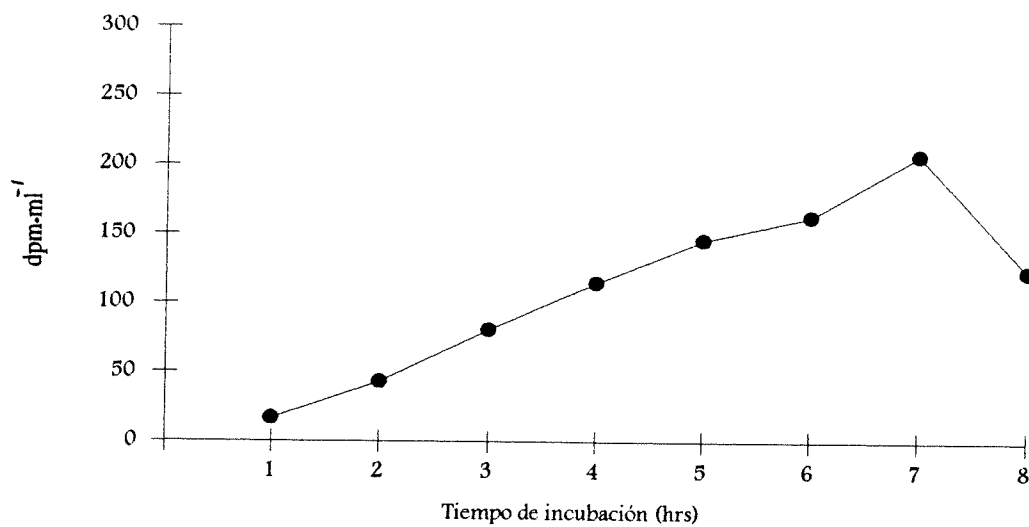


Figura 8. Asimilación de ^{14}C por hora, por fitoplancton durante el tiempo de incubación de 8 horas.

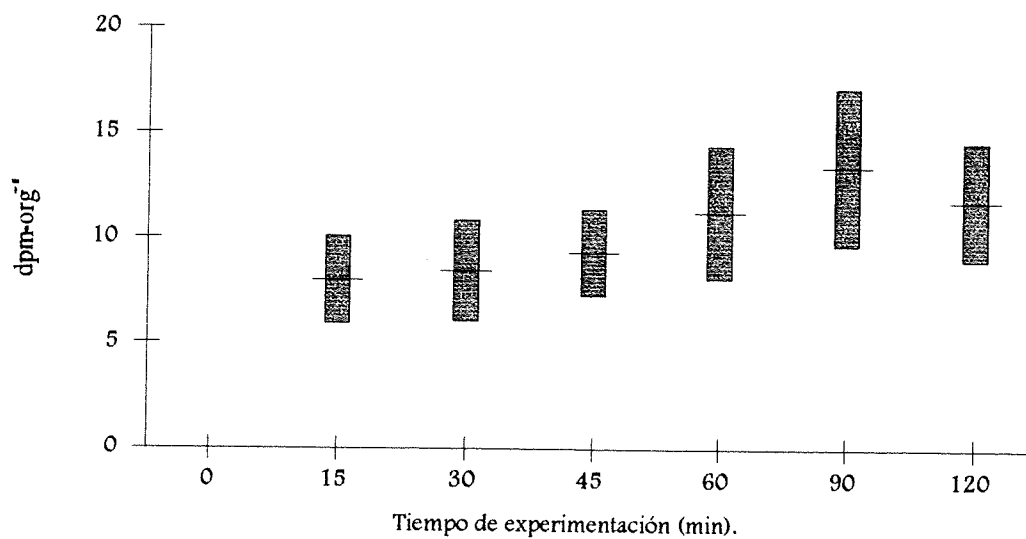


Figura 9. Asimilación de ^{14}C por el copépodo *Acartia californiensis* durante el tiempo de experimentación de 2 horas. Los intervalos se presentan con un 5% de confianza.

3.1.3. Tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y tasa de filtración ($ml \cdot org^{-1} \cdot día^{-1}$)

Los resultados para la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y para la tasa de filtración ($ml \cdot org^{-1} \cdot día^{-1}$) se presentan en diagramas de cajas y bigotes (Fig. 10 y 11). Como se observa en las figuras 10 y 11, la tasa de pastoreo y la de filtración muestran el mismo comportamiento. La tasa de pastoreo reportó una mediana de $4.17 \times 10^{-4} h^{-1}$ ($\bar{x} = 5.74 \times 10^{-4} \pm 1.28 \times 10^{-4} EE$). La mayor tasa de pastoreo se reportó el día 15 de agosto con una mediana de $8.56 \times 10^{-4} h^{-1}$ ($\bar{x} = 9.37 \times 10^{-4} \pm 4.11 \times 10^{-4} EE$) y la mínima para el día 21 con $2.03 \times 10^{-4} h^{-1}$ ($\bar{x} = 2.75 \times 10^{-4} \pm 2.06 \times 10^{-4} EE$) (Fig. 10).

La mediana para la tasa de filtración fue de $1.99 ml \cdot org^{-1} \cdot día^{-1}$ ($\bar{x} = 2.51 \pm 0.39 EE$), con un máximo de $4.11 ml \cdot org^{-1} \cdot día^{-1}$ ($\bar{x} = 4.50 \pm 1.95 EE$) para el día 15 y un mínimo de $0.97 ml \cdot org^{-1} \cdot día^{-1}$ ($\bar{x} = 1.32 \pm 0.98 EE$) para el día 21 (Fig. 11).

Los resultados del análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis entre los días de muestreo para la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y para la tasa de filtración ($ml \cdot org^{-1} \cdot día^{-1}$) (Anexo I) mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$).

Las comparaciones múltiples *a posteriori* de Tukey (Anexo II) mostraron que las diferencias se marcaron entre el día 15 donde se presentaron los más altos valores de pastoreo y filtración, y los días 12 y 21 en donde se presentaron los más bajos.

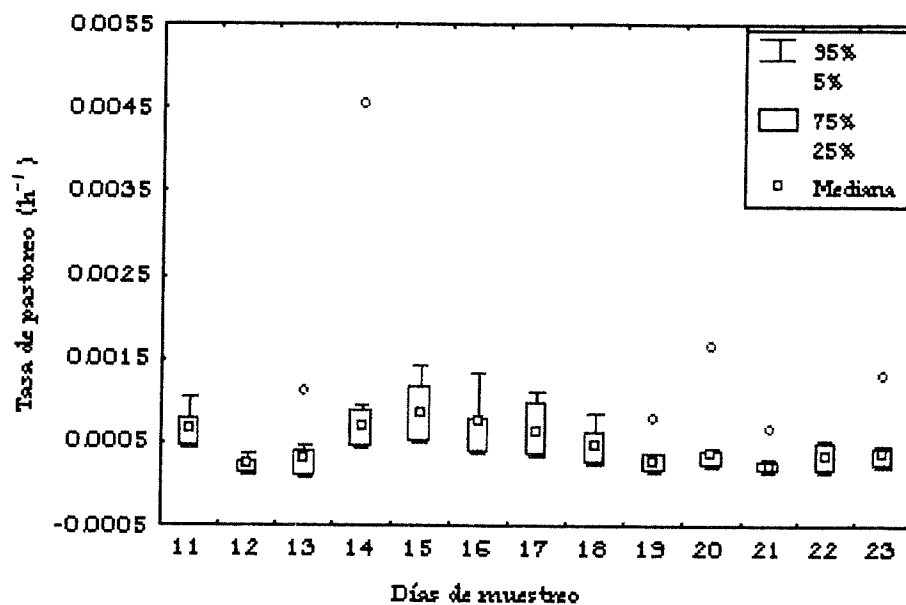


Figura. 10. Tasa específica de pastoreo de *Acartia californiensis* durante la serie de tiempo en el Estero de Punta Banda, B.C. México. (Agosto de 1994). El (o) representa los valores extremos.

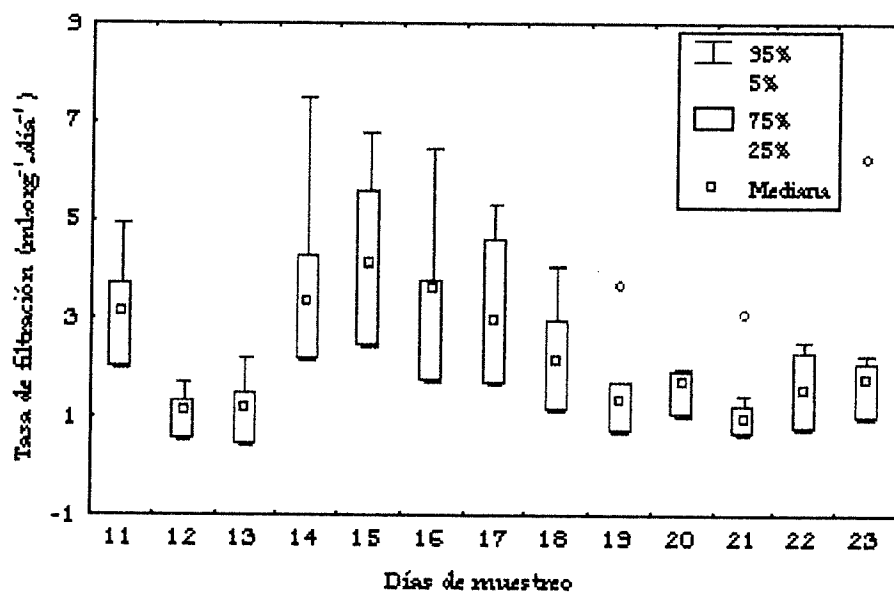


Figura. 11. Tasa de filtración para *Acartia californiensis* durante la serie de tiempo en el Estero de Punta Banda, B.C. México. (Agosto de 1994). El (o) representa los valores extremos.

En la figuras 12 y 13 y Anexo I, se muestran los resultados de la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y tasa de filtración ($\text{ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$) para hembras y machos. Ambas fueron estadísticamente iguales, aunque se observa que las hembras tienden a presentar una mayor tasa.

La tasa específica de pastoreo de las hembras presentó una mediana de $4.57 \times 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ ($\bar{x}=6.85 \times 10^{-4} \pm 2.35 \times 10^{-4} \text{ EE}$) y para los machos $3.95 \times 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ ($\bar{x}=4.62 \times 10^{-4} \pm 9.23 \times 10^{-5} \text{ EE}$) (Fig. 12). Mientras que la tasa de filtración presentó una mediana de $2.19 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=2.92 \pm 0.64 \text{ EE}$) y $1.77 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=2.11 \pm 0.42 \text{ EE}$) para hembras y machos, respectivamente (Fig. 13).

De las diferentes densidades de organismos probadas en cada experimento (10, 20 y 30), se encontró que la tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración fue menor a medida que aumentó la densidad de los organismos (Fig. 14 y 15). Los resultados de la prueba *a posteriori* de Tukey (Anexo III) indica que sólo se presentaron diferencias entre las densidades 10 y 30. Esto, debido a presentar el mayor y menor valor de pastoreo y filtración respectivamente (Figs. 14 y 15).

La tasa específica de pastoreo presentó una mediana de $7.53 \times 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ ($\bar{x}=7.35 \times 10^{-4} \pm 1.58 \times 10^{-4} \text{ EE}$) para la densidad de 10, una mediana de 4.37×10^{-4} ($\bar{x}=4.52 \times 10^{-4} \pm 1.038 \times 10^{-4} \text{ EE}$) para la densidad de 20 y por último una mediana de $3.03 \times 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ ($\bar{x}=5.34 \times 10^{-4} \pm 3.52 \times 10^{-4} \text{ EE}$) para la densidad de 30 (Fig. 14). La tasa de filtración presentó una mediana de $3.21 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=3.36 \pm 0.77 \text{ EE}$), $2.10 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=2.17 \pm 0.50 \text{ EE}$) y $1.45 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=2.01 \pm 0.73 \text{ EE}$) para las densidades de 10, 20 y 30 organismos, respectivamente (Fig. 15).

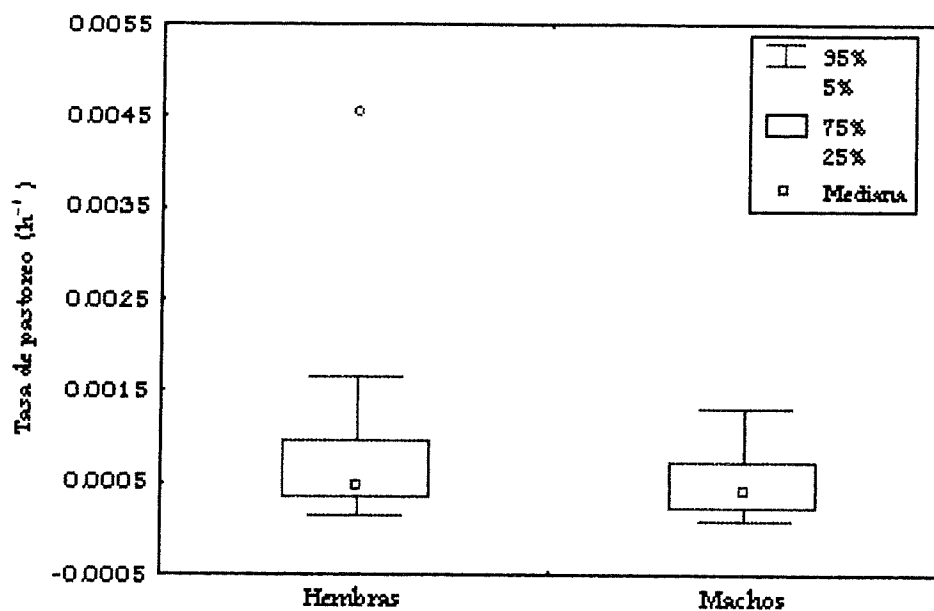


Figura 12. Tasa específica de pastoreo para hembras y machos del copépodo *Acartia californiensis* durante la serie de tiempo. El (o) representa los valores extremos.

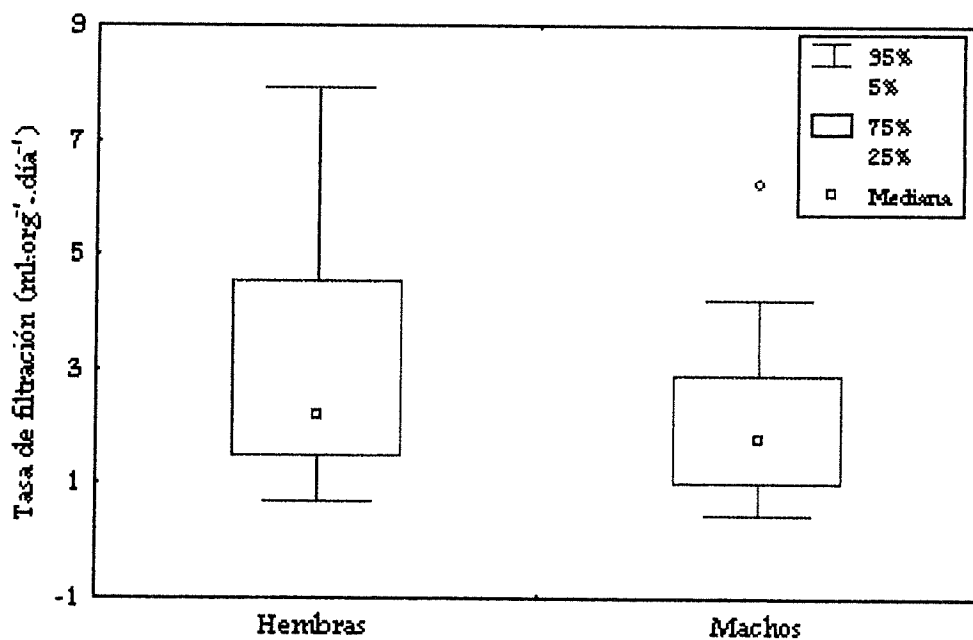


Figura 13. Tasa de filtración para hembras y machos del copépodo *Acartia californiensis* durante la serie de tiempo. El (o) representa los valores extremos.

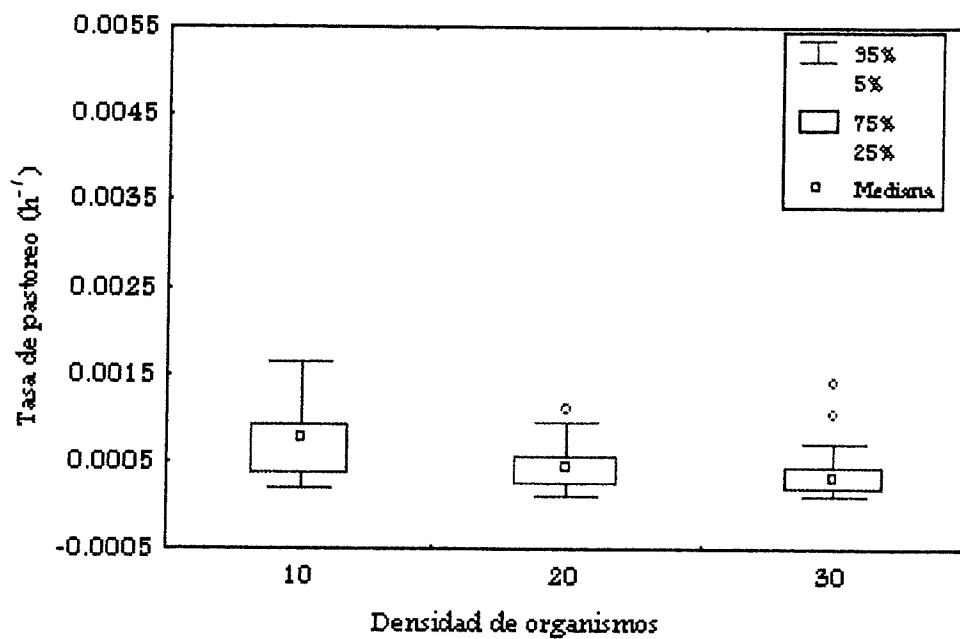


Figura 14. Tasa específica de pastoreo para las diferentes densidades de organismos tratadas en los experimentos de la serie de tiempo. El (o) representa los valores extremos.

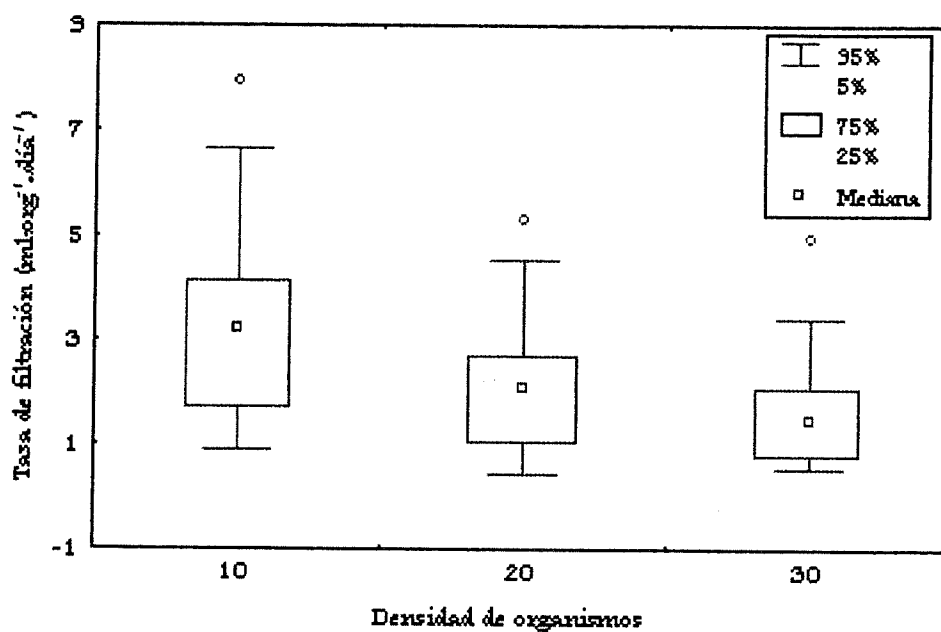


Figura 15. Tasa de filtración para las diferentes densidades de organismos tratadas en los experimentos de la serie de tiempo. El (o) representa los valores extremos.

3.1.4. Correlaciones

La tabla VI muestra las correlaciones, entre la tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración con los parámetros ambientales analizados en este estudio. Sólo los dinoflagelados y la salinidad fueron asociados con el pastoreo de *Acartia californiensis*.

Tabla VI. Resultados de las comparaciones entre los parámetros ambientales con la tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración de *Acartia californiensis* de la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

	Temp.	Salinidad	Chl. "a"	Diatomeas	Dinoflagelados	Nano plancton
Tasa de pastoreo	0.49	<u>-0.61</u>	-0.28	0.24	<u>0.58</u>	-0.39
Tasa de filtración.	0.51	<u>-0.58</u>	-0.24	0.30	<u>0.53</u>	-0.46

Los números subrayados representan correlación significativa ($p < 0.05$)

3.2. Variación Diurna *in situ*

3.2.1. Parámetros físico-biológicos

3.2.1.1. Marea

Durante los días 27 y 28 se presentaron condiciones de marea muerta (Fig. 16). Entre las 24:00 hrs del día 27 y las 07:00 hrs del día 28 se presentó un período de oscilación mínima de marea, lo que permitió que las condiciones del medio fueran estables.

3.2.1.2. Irradiancia

Durante el día 27 de agosto se presentaron condiciones de mínima nubosidad. La figura 17 muestra los resultados de la irradiancia para el ambiente. La mayor irradiancia se registró a las 13:00 hrs con $315 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ para el día 27.

Los resultados de la irradiancia para la columna de agua se presentan en la figura 17. Se observa que la luz a los 30 cm de profundidad del agua disminuyó drásticamente en comparación a la del ambiente (> al 80%). La lectura máxima se registró a las 11:30 hrs con $72.80 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ para el día 27. Los resultados de la irradiancia del agua no fueron utilizados en las correlaciones que se realizaron con todos los parámetros analizados en este experimento. Debido a que en varias ocasiones la celda se encontró en dirección opuesta a la luz del sol.

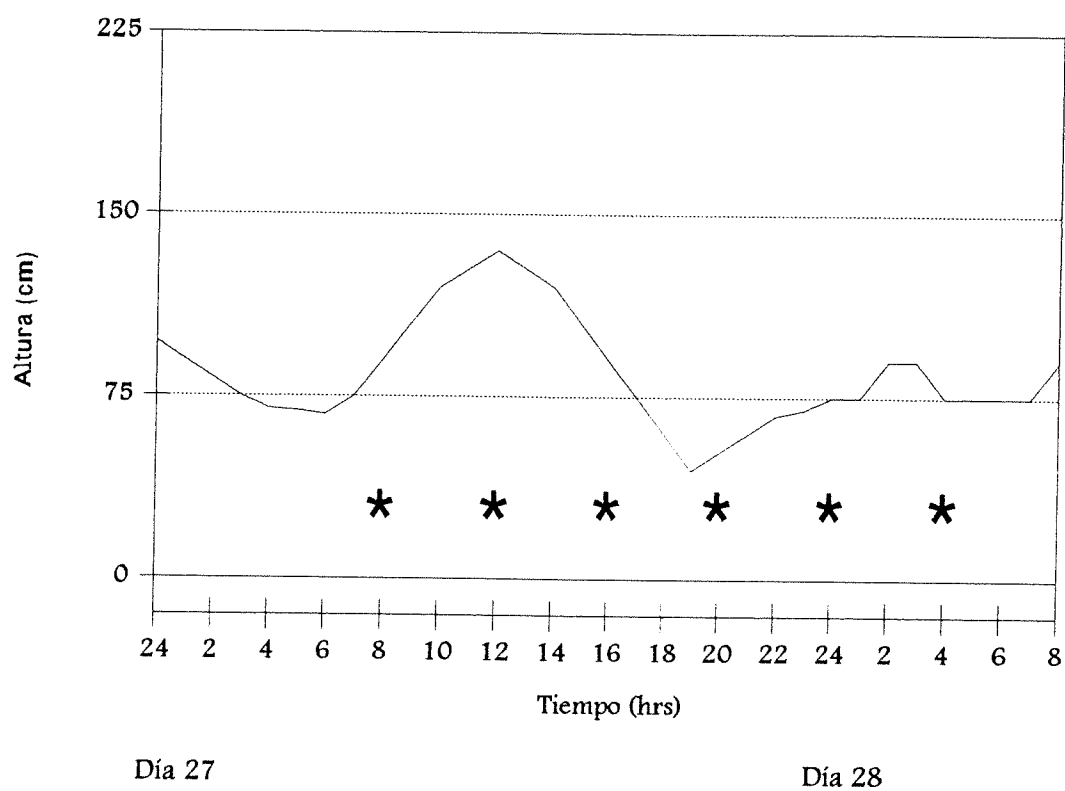


Figura 16. Altura de la marea para los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México. El asterisco muestra la hora en que se realizaron los experimentos de pastoreo.

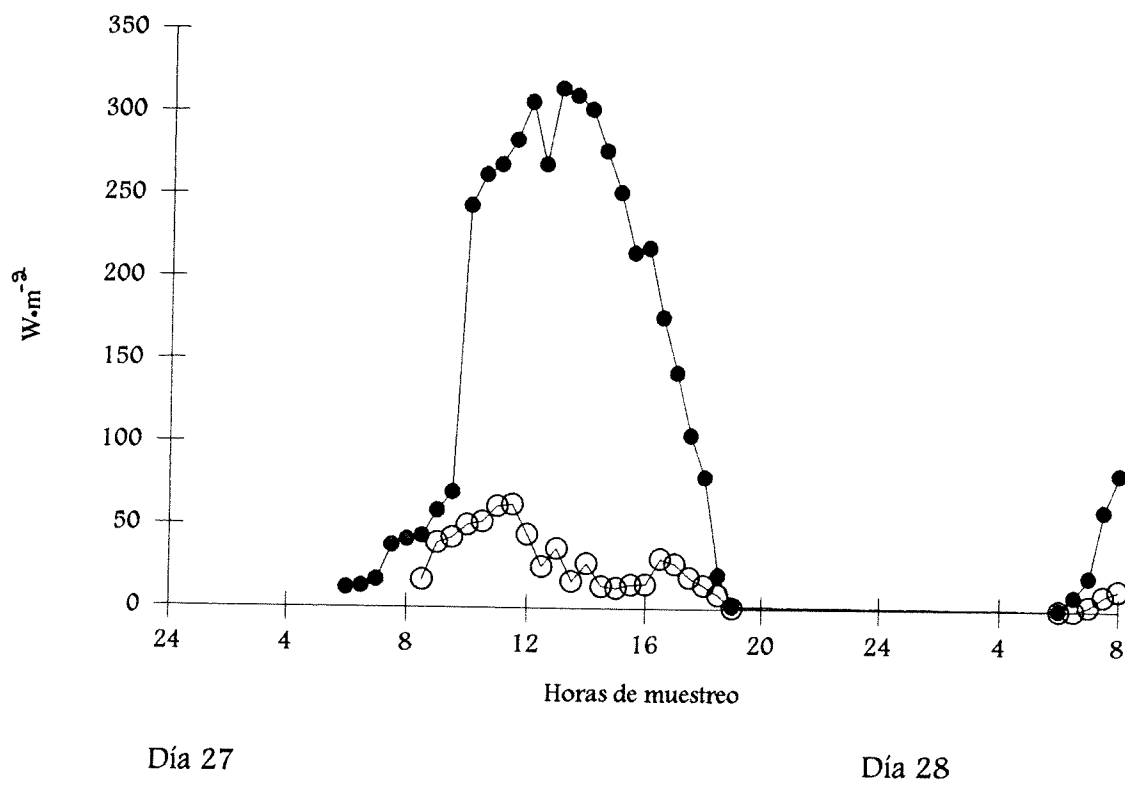


Figura 17. Irradiancia del ambiente (●) y aproximadamente a 30 cm de profundidad en el agua (○) para los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

3.2.1.3. Temperatura

La fluctuación de la temperatura del agua durante la variación diurna se muestra en la figura 18a. El promedio fue de 26.8 ± 0.9 °C con un máximo de 29.0 °C a las 17:00 hrs para el día 27 y una mínima de 25.5 °C que se registró en varias ocasiones durante el período de estudio. La temperatura aumentó a partir de las 17:00 hrs, tiempo en el cual las condiciones del medio se mantuvieron constantes a consecuencia de la oscilación mínima de la marea.

3.2.1.4. Salinidad

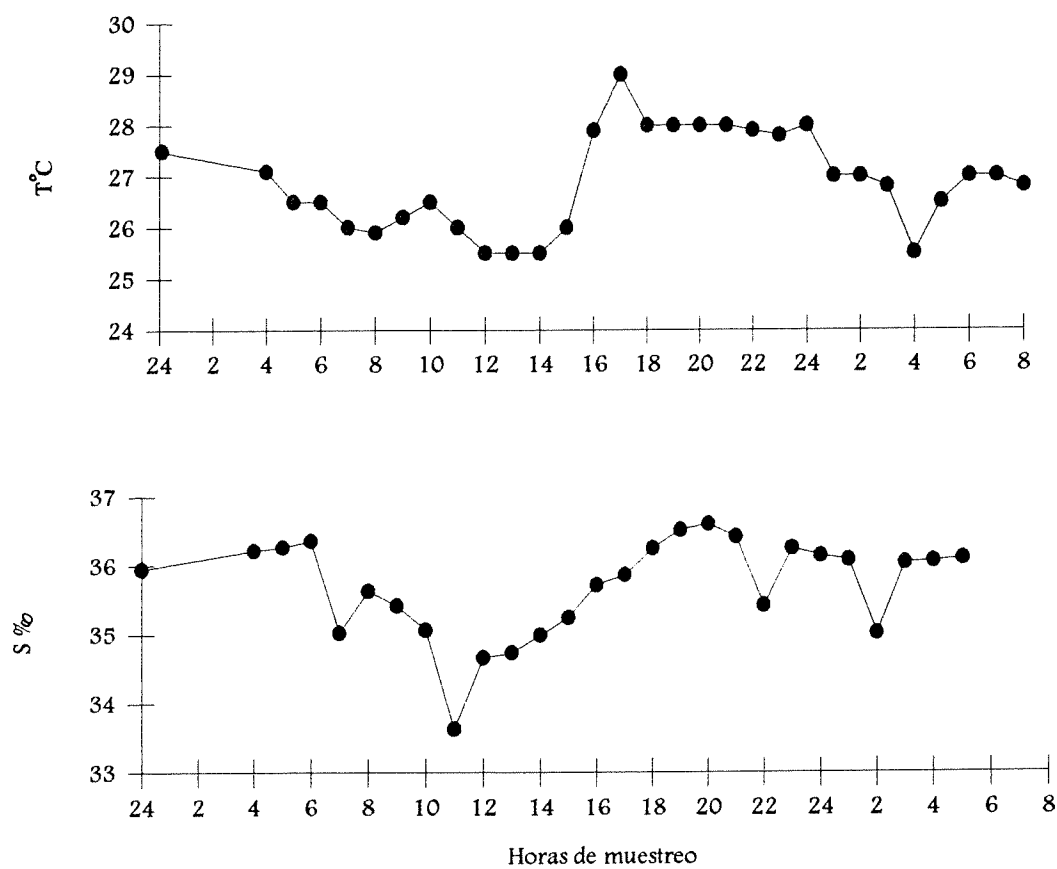
La salinidad presentó un promedio de 34.52 ± 0.67 ‰ con 36.59 ‰ a las 20:00 hrs y 33.62 ‰ a las 11:00 hrs como máximo y mínimo, respectivamente (Fig. 18b). El comportamiento de la salinidad se vió influenciada por la temperatura del agua. La salinidad se fue incrementando notablemente a medida que las condiciones del medio fueron estables (Fig. 18 y 20b).

3.2.1.5. Clorofila "a"

La clorofila "a" presentó un promedio de 2.41 ± 1.10 mg·m⁻³ con un máximo de 5.46 mg·m⁻³ a las 03:00 am del día 28 y un mínimo de 0.55 mg·m⁻³ registrado a diferentes horas del muestreo (Fig. 19a).

3.2.1.6. Fitoplancton

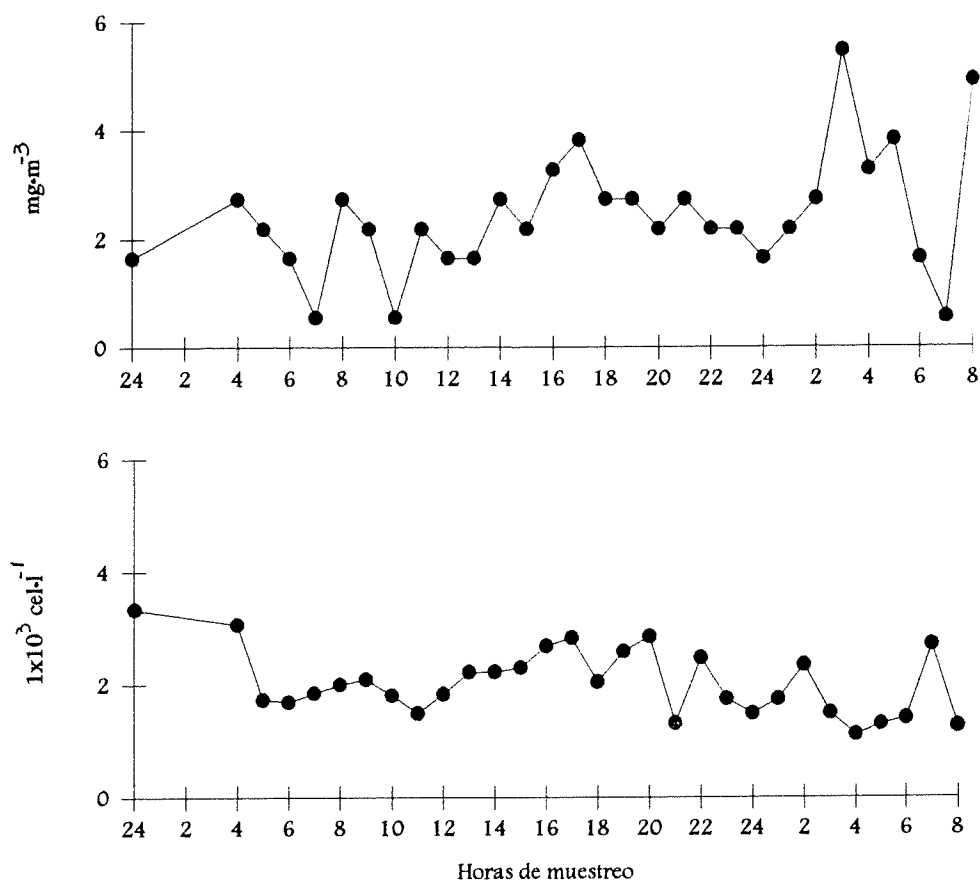
La abundancia del fitoplancton (cel·l⁻¹), se muestra en la figura 19b. El promedio fue de $2031.75 \times 10^3 \pm 587.20 \times 10^3$ cel·l⁻¹, con una fluctuación de 2847.76×10^3 cel·l⁻¹ a las 24:00 hrs del día 26 de agosto (tiempo en que se tomó la primera muestra de



Día 27

Día 28

Figura 18. Fluctuación de temperatura del agua (A) y de la salinidad (B) durante una variación diurna los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.



Día 27

Día 28

Figura 19. Variación de Chl "a" (A) y de la abundancia del fitoplancton (B) durante la variación diurna los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C. México.

fitoplancton para iniciar la primera incubación pastoreo) y $1106.39 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$ a las 04:00 hrs del día 28.

La variación por grupos de fitoplancton se muestra en la tabla VII. Las diatomeas presentaron una abundancia general de $7.99 \times 10^3 \pm 7.87 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$, con una variación de $38.86 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$ para las 13:00 hrs y $1.00 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$ para las 07:00 hrs del día 27 (Tabla X).

Los dinoflagelados fueron los menos abundantes de los 3 grupos, presentando un promedio de $2.23 \times 10^3 \pm 1.42 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$, con un rango que va de $6.56 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$ para las 16:00 hrs y $1.00 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$ para las 05:00 hrs ambas del día 27.

El nanoplancton presentó el mayor número de $\text{cel} \cdot \text{l}^{-1}$ durante el estudio. Su abundancia promedio fue de $2021.92 \times 10^3 \pm 585.65 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$, con un máximo de $3330.52 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$ correspondiente a las 24 hrs del día 26. La menor abundancia se presentó a las 04:00 hrs del día 28 de agosto con $1101.71 \times 10^3 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$.

3.2.1.7. Correlaciones

La tabla VIII muestra las correlaciones entre los parámetros analizados durante la variación diurna. La abundancia y biomasa del zooplancton se excluyeron de este análisis porque sólo se contó con 6 muestras durante todo el estudio. La temperatura, salinidad, el número de diatomeas y dinoflagelados presentaron un comportamiento mareal. Los parámetros que presentaron un comportamiento independiente fueron la salinidad con la temperatura, y esta última con los dinoflagelados. La salinidad se correlacionó con el número de diatomeas y dinoflagelados y por último los dinoflagelados se asociaron con las diatomeas.

Tabla VII. Abundancia de fitoplancton ($\text{cel} \cdot \text{l}^{-1}$) durante la variación diurna *in situ* los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

Horas de muestreo		Diatomeas ($\times 10^3$)	Dinoflagelados ($\times 10^3$)	Nanoplancton ($\times 10^3$)
Día 26	24	3.16	1.76	3330.52
Día 27	04	5.32	1.90	3056.35
	05	1.80	1.00	1725.17
	06	1.25	1.98	1687.63
	07	1.00	2.34	1845.74
	08	1.46	2.47	1997.86
	09	1.42	2.52	2087.01
	10	4.68	2.79	1798.46
	11	6.36	2.88	1479.98
	12	10.64	3.04	1813.68
	13	38.86	6.46	2175.70
	14	23.98	4.53	2198.79
	15	16.76	2.22	2281.78
	16	11.11	6.56	2678.79
	17	20.30	1.10	2804.98
	18	6.06	1.00	2037.28
	19	8.34	1.10	2574.64
	20	3.64	1.30	2842.82
	21	5.84	1.00	1303.15
	22	7.84	1.42	2462.84
	23	8.00	1.30	1735.04
Día 28	24	4.66	1.70	1475.04
	01	5.82	2.60	1730.10
	02	7.56	1.84	2332.99
	03	6.28	2.34	1479.58
	04	3.24	1.44	1101.71
	05	5.76	1.62	1289.71
	06	5.34	1.62	1391.76
	07	7.26	2.80	2690.68
	08	5.84	1.90	1247.80

3.2.1.8. Zooplancton

3.2.1.8.1. Abundancia

La abundancia del zooplancton se puede observar en la figura 20 y tabla IX. Como se observa sólo se reportan valores para el día 26 y 27 (a las 24:00 hrs del día 26 se obtuvieron los primeros arrastres para dar inicio a la primera incubación de pastoreo). Los copépodos fueron utilizados para las incubaciones de pastoreo 8 hrs después de haberlos colectado, ej., el último arrastre realizado a las 20:00 hrs del día 27 fue utilizado para la última incubación a las 04:00 am del día 28 (Fig 2 y Fig 21); por este motivo no se reportan valores de $\text{org} \cdot \text{m}^{-3}$ para el día 28.

La abundancia promedio del zooplancton durante la variación diurna *in situ* fue de $2669 \pm 2795 \text{ org} \cdot \text{m}^{-3}$, con un aumento de $7152 \text{ org} \cdot \text{m}^{-3}$ para las 16:00 hrs y un decremento a $554 \text{ org} \cdot \text{m}^{-3}$ para las 20:00 hrs del día 27. En la figura 20 y tabla XII se muestra que los copépodos fueron los organismos más abundantes durante el estudio, dominando *Acartia californiensis*, seguido de *Acartia tonsa* y *Pseudodiaptomus euryhalinus*. Los individuos de *A. californiensis* estuvieron representados mayormente por las hembras (Tabla X).

3.2.1.8.2. Biomasa

La biomasa zooplanctónica obtenida por los cuatro métodos presentaron la misma tendencia (Tabla XI). El peso seco presentó un promedio de $9.60 \pm 9.84 \text{ g} \cdot 1000\text{m}^{-3}$. La mayor biomasa se presentó a las 16:00 hrs con $23.28 \text{ g} \cdot 1000\text{m}^{-3}$ y la menor a las 20:00 hrs con $2.11 \text{ g} \cdot 1000\text{m}^{-3}$ del día 27. Estos valores coinciden con la mayor y menor abundancia de organismos, respectivamente (Fig. 20).

Tabla VIII. Correlaciones efectuadas entre los parámetros ambientales tomados durante la variación diurna *in situ*, los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

	Marea	Temp.	Salinidad	Chl. "a"	Diatomeas	Dinoflagelados
Temp.	<u>-0.55</u>					
Salinidad	<u>-0.65</u>	<u>0.54</u>				
Chl "a"	-0.13	0.24	-0.05			
Diatomeas	<u>0.42</u>	-0.12	<u>-0.51</u>	0.04		
Dinoflagelados	<u>0.54</u>	<u>-0.43</u>	<u>-0.60</u>	-0.09	<u>0.61</u>	
Nanoplancton	-0.22	0.33	-0.01	-0.15	0.29	0.21

Los número subrayados representan correlación significativa ($p < 0.05$)

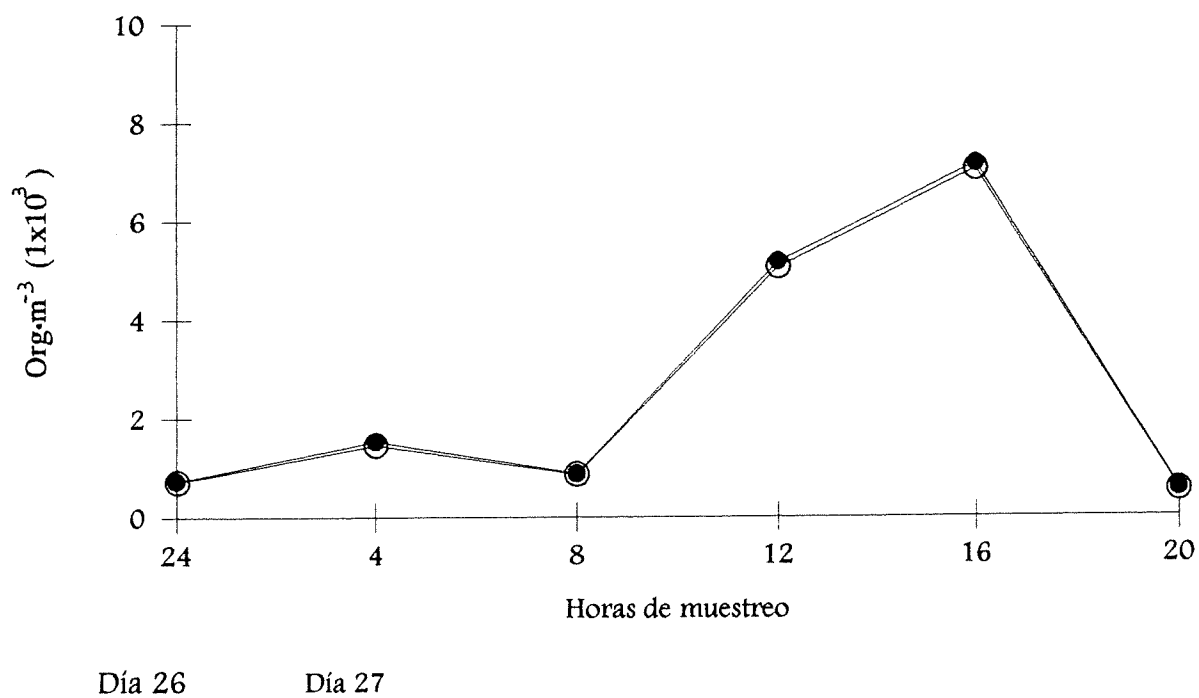


Figura 20. Abundancia del zooplankton (•) y del copépodo *Acartia californiensis* (o) durante una variación diurna *in situ* en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

Tabla IX. Composición del zooplancton (org·m³) registrado durante la variación diurna *in situ* en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

Especies/ muestreo (hrs)	24.00 Día 26	4.00 Día 27	8.00	12.00	16.00	20.00
Copépodos						
<i>Acartia californiensis</i>	708	1452	862	5056	7042	522
<i>Acartia tonsa</i>	6	23	4	97	102	2
<i>Pseudodiaptomus euryhalinus</i>	9	28	2	3	0	25
<i>Euterpina acutifrons</i>	1	0	0	3	0	0
<i>Paracalanus parvus</i>	1	6	2	0	0	3
<i>Carycaeus amazonicus</i>	0	1	0	4	0	0
<i>Labidocera jollae</i>	0	0	0	2	0	0
Medusas	0	0	2	0	0	0
Nemátodos	1	0	1	0	5	1
Poliquetos	0	1	0	2	0	0
Ostrácodos	1	0	0	0	0	0
Huevos de pez	2	2	1	0	0	0
Larvas de pez	1	2	0	0	0	0
Larvas de eufáusidos	0	2	1	0	3	0
Larvas de anfípodos	2	1	0	0	0	1
Larvas zoeas	0	1	0	0	0	0
Mysis	0	13	2	0	0	0
Total	732	1532	877	5167	7152	554

Tabla X. Abundancia de hembras y machos (org.m³) de *Acartia californiensis* durante la variación diurna *in situ* en el Estero de Punta Banda, B. C., México.

Hora de muestreo		Hembras	Machos	Total
Día 26	24	518	190	708
Día 27	04	1094	358	1452
	08	484	378	862
	12	4012	1044	5056
	16	5398	1644	7042
	20	404	118	522

Tabla XI. Biomasa del zooplancton encontrada durante la variación diurna *in situ* en el Estero de Punta Banda, B. C., México.

Hora de muestreo		Volumen desplazado ml·1000m ⁻³	Peso húmedo g·1000m ⁻³	Peso seco g·1000m ⁻³	Peso libre de cenizas g·1000m ⁻³
Día 26	24	65.07	30.51	3.07	0.93
Día 27	04	75.18	50.05	5.13	1.50
	08	47.31	29.49	2.89	0.89
	12	258.78	228.39	21.14	5.43
	16	314.83	256.24	23.28	5.59
	20	39.89	17.64	2.11	0.52

3.2.2. Tasa de filtración

El comportamiento de la tasa de filtración ($\text{ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$) durante la variación diurna se muestra en la figura 21. Se observa que la tasa de filtración fue máxima a las 20:00 hrs con una mediana de $5.29 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=5.68 \pm 2.28 \text{ EE}$) y disminuyó a las 04:00 hrs con una mediana de $0.94 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=0.97 \pm 0.24 \text{ EE}$).

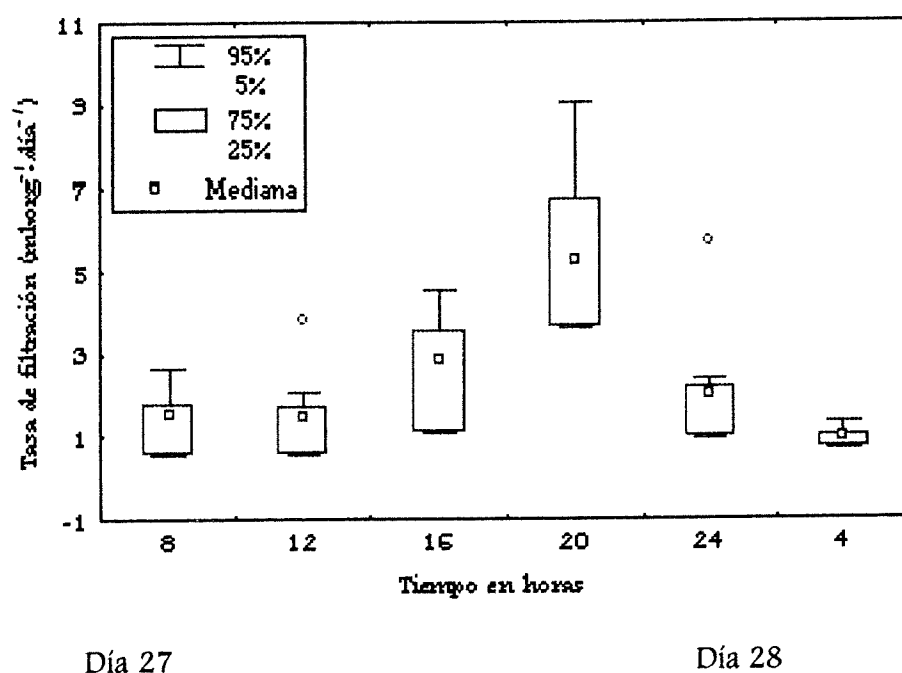


Figura 21. Tasa de filtración del copépodo *Acartia californiensis* durante la variación diurna *in situ* los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C. México. El (o) representa los valores extremos.

El análisis estadísticos mostró diferencias significativas en la tasa de filtración ($\text{ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$) durante la variación diurna (Anexo IV). La prueba *a posteriori* de Tukey indica que estas diferencias se encuentran marcadas entre los días de mayor y menor abundancia (Anexo V).

En comparación con la serie de tiempo, en la variación diurna si se presentaron diferencias significativas en la tasa de filtración por sexos ($p < 0.05$) (Anexo IV). Las hembras presentaron una mediana de $2.53 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=3.23 \pm 2.26 \text{ EE}$) y los machos una mediana de $1.18 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ($\bar{x}=1.79 \pm 1.68 \text{ EE}$) (Fig. 22).

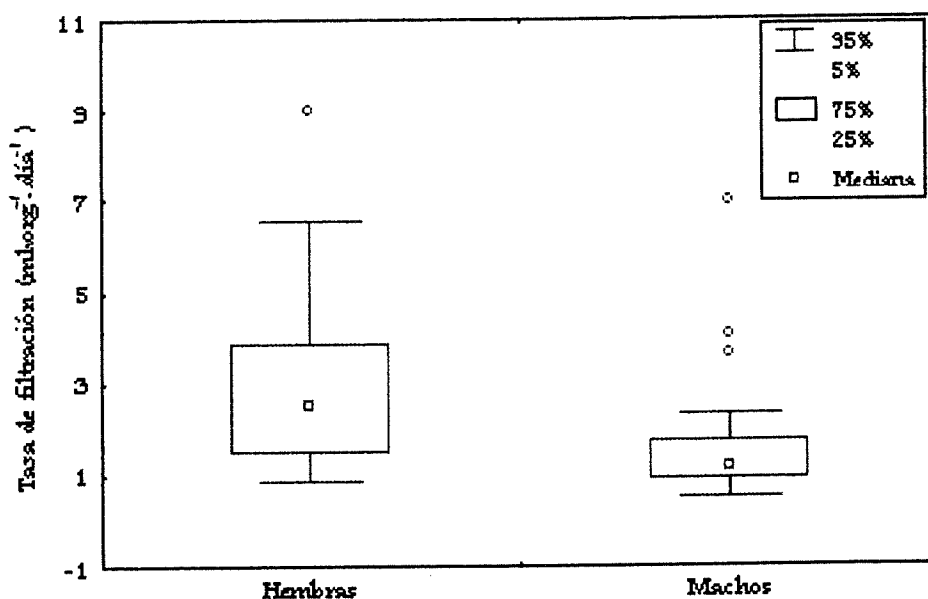


Figura 22. Tasa de filtración para hembras y machos durante la variación diurna *in situ* los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta, Banda, B. C., México. El (o) representa los valores extremos.

3.2.3. Correlaciones

Las correlaciones entre los parámetros y la tasa de filtración de la variación diurna se presentan en la tabla XII. La tasa de filtración se asoció con la temperatura, salinidad y nanoplancton.

Tabla XII. Correlaciones realizadas entre los parámetros y la tasa de filtración de *Acartia californiensis* en la variación diurna *in situ*, los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

	Temp.	Salinidad	Chl. "a"	Diatomeas	Dinoflagelados	Nanoplancton
Tasa de filtración	<u>-0.86</u>	<u>-0.97</u>	-0.20	0.59	0.37	<u>-0.82</u>

Los números subrayados representan correlación significativa ($p < 0.05$)

3.3. Porcentaje de Carbono y Consumo de Carbono por Día ($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{día}^{-1}$) de *Acartia californiensis*.

En la figura 23 se muestra la variación de la biomasa del fitoplancton ($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3}$), del carbono consumido expresado en porcentaje (Ec. 4) y del carbono consumido por día de *Acartia californiensis* ($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{día}^{-1}$) (Ec. 5) durante la serie de tiempo. La biomasa del fitoplancton presentó un promedio de 145.98 ± 32.49 ($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3}$) con una fluctuación de 80.36 a 187.18 ($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3}$) (Fig. 23a). El porcentaje de carbono consumido por día para *Acartia californiensis* (Ec. 4) fluctuó ampliamente durante todo el estudio y presentó un comportamiento inverso a la biomasa del fitoplancton; su promedio fue de $24.39\% \pm 17.34\%$ con un rango de 1.92 a 60.01% (Fig. 23b). Por

último, el carbono consumido por día calculado para *Acartia californiensis* (Ec. 5), presentó un promedio de $35.49 \pm 29.04 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{día}^{-1}$ con una variación de 3.08 a $112.32 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{día}^{-1}$ (Fig 23c), como se puede observar el carbono consumido por *Acartia californiensis* vario considerablemente y al igual que el porcentaje de carbono presentó una relación inversa a la biomasa del fitoplancton, además se observó que el comportamiento del consumo de carbono y el porcentaje de carbono consumido dependen en gran parte del número de organismos por m^{-3} (Fig. 6 y Fig. 23).

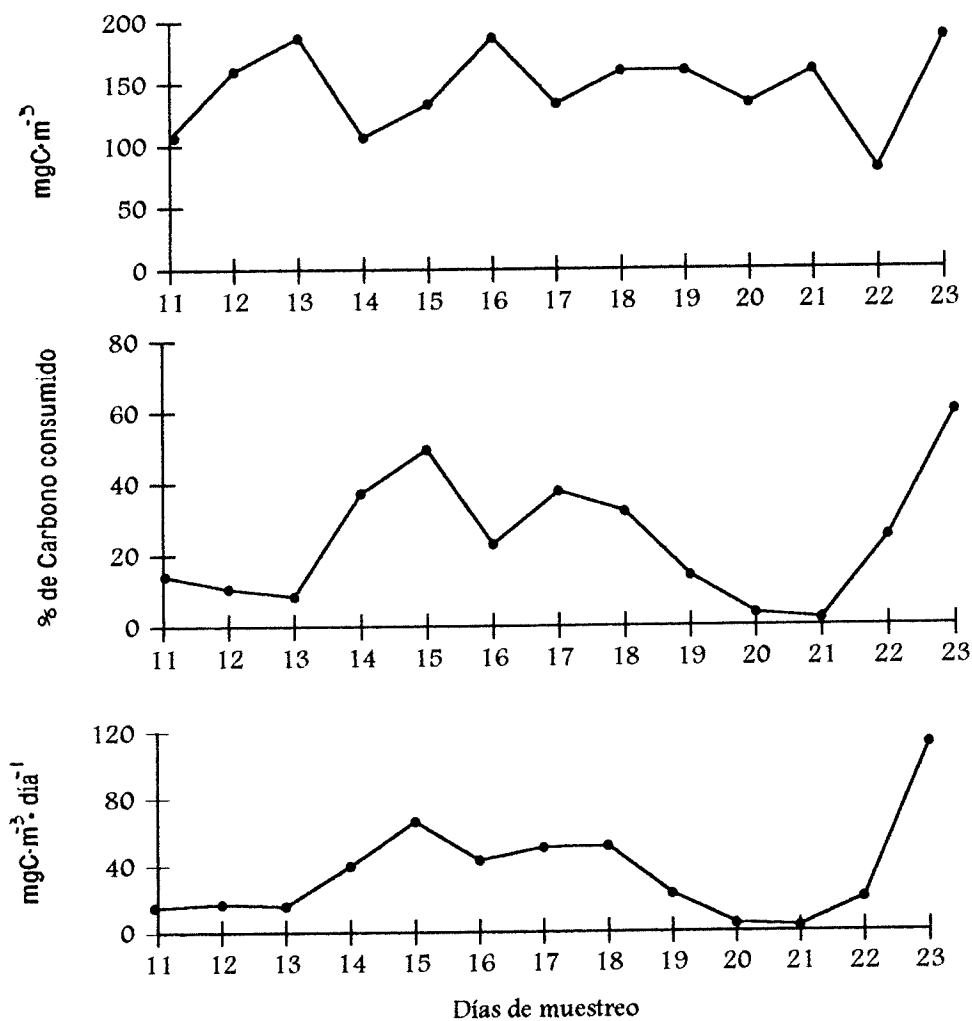


Figura 23. Variación de la Biomasa del fitoplancton ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}$) (A), del porcentaje de carbono consumido (B), y del carbono consumido por día ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$) (C), para *Acartia californiensis* durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

4. DISCUSIONES

4.1. Parámetros Físico-Biológicos

Durante la serie de tiempo y la variación diurna, la temperatura y la salinidad presentaron el mismo comportamiento que lo reportado por otros autores para el mes de agosto (Acosta-Ruiz y Álvarez-Borrego, 1974 y Álvarez-Borrego *et al.*, 1984). En la variación diurna estos parámetros se observaron más asentados debido a las condiciones de marea muerta que prevalecieron durante el período de estudio.

Los valores de la clorofila “a” cuantificados en este estudio, concuerdan con los reportados por Millán-Núñez y Álvarez-Borrego (1978); Millán-Núñez *et al.* (1981); Muñoz-Anderson y Millán-Núñez (1991). Y tan sólo en un 24 % de lo reportado por Sosa-Avalos (1994), quien obtuvo los valores más altos de Chl “a” para el Estero de Punta Banda.

En ambos experimentos serie de tiempo y variación diurna, la abundancia fitoplanctónica fue representada en más del 90% por organismos del nanoplancton. Las diatomeas representaron el segundo grupo dominante seguido por los dinoflagelados. La proporción de los grupos taxonómicos no coincidió con lo reportado por Álvarez-Borrego y Nájera de Muñoz (1979); Millán-Núñez y Millán-Núñez (1987) y Morales-Zamorano *et al.* (1991) quienes encontraron que las diatomeas representaron el grupo menos dominante con relación a los otros dos grupos taxonómicos. Millán-Núñez *et al.* (1981), encontraron que el grupo más abundante en la boca del estero fue el de las diatomeas. Para este estudio el número de organismos del nanoplancton presentó una proporción mayor a lo reportado por estos autores (> 90%).

La estructura del zooplanctón en la serie de tiempo y la variación diurna estuvo dominada por más del 95% por el copépodo *Acartia californiensis*. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Navarro-Mendoza (1985), Méndez-Lanz (1988), Trujillo-Ortíz (1986, 1990), Jiménez-Pérez y Lara-Lara (1990) y Morales-Zamorano *et al.* (1991). El número de organismos y la biomasa reportada en este estudio fue de la misma magnitud que lo reportado por Jiménez-Pérez y Lara-Lara (1990) para el mes de agosto. Ellos mencionan que estos cambios se deben a que existe una distribución y variabilidad estacional en la conducta de los organismos del zooplancton. El resto de las poblaciones del zooplancton estuvieron pobremente representadas siendo las más notables *Pseudodiaptomus euryhalinus*, *Acartia tonsa* y *Paracalanus parvus*, seguidos de larvas de peces y eufáusidos.

En este estudio se obtuvo la relación de hembras y machos para *Acartia californiensis*. En ambos muestreos las hembras siempre fueron más abundantes. Esto puede ser una estrategia de la especie, para permitir una mayor tasa de producción de huevos y consecuentemente una mayor oportunidad de sobrevivencia.

4.2. Pastoreo

En este estudio, el tiempo de incubación del fitoplancton fue modificado de la metodología inicial, de 24 a sólo 8 hrs. El tiempo de asimilación del ^{14}C por el fitoplancton está en función de la composición de las especies, de la distribución de las tallas y también depende de la cantidad de ^{14}C que es adicionada en el medio (Carpenter y Lively, 1981; Fitzwater *et al.*, 1982). En nuestros resultados (Fig. 8) obtuvimos la máxima asimilación de ^{14}C a la séptima hora, comprobando que durante este tiempo no se presentó una pérdida significativa por respiración (Carpenter y Lively, 1981). Los experimentos de pastoreo dieron inicio entre las 7 y 8 hrs de la incubación del

fitoplancton, permitiendo que las células del fitoplancton tuvieran suficiente actividad de ^{14}C para poder marcar a los copépodos cuando estas fueran ingeridas. Fitzwater *et al.* (1982) recomienda que se den tiempos cortos de incubación menores de 24 hrs para evitar posibles alteraciones en las poblaciones fitoplanctónicas, sobre todo en zonas donde la tasa de crecimiento es alta.

Como ya se mencionó en la metodología, inicialmente se propuso que la cantidad de ^{14}C adicionada en el fitoplancton fuera de 100 μCi de $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ para los 8.6 litros de agua. Esto se propuso para evitar una contaminación por toxicidad al introducir metales de la solución radioactiva al medio. Fitzwater *et al.* (1982) mencionan que si la toxicidad es grande la tasa de crecimiento del fitoplancton podría ser inhibida y la abundancia del fitoplancton consumida por el copépodo podría modificarse y ser diferente a la de su medio natural. Los resultados obtenidos con tan sólo 10 μCi de ^{14}C adicionado diariamente en las incubaciones del fitoplancton, permitió obtener las $\text{dpm}\cdot\text{org}^{-1}$ suficientes para realizar todos nuestros cálculos de pastoreo. Este hecho sugiere que la radioactividad usada en experimentos de pastoreo descritos en la literatura pueda ser reducida a los niveles empleados en este trabajo, lo cual reduce el riesgo de contaminación cuantitativamente y el costo de los experimentos.

La pérdida de ^{14}C por los copépodos puede deberse a procesos de excreción (Lampert, 1975). La pérdida puede variar con el tiempo de alimentación, el tipo de especie, la dieta, la densidad de la comida y las condiciones del medio ambiente (Roman y Rublee, 1981). Por ejemplo, *Acartia tonsa* presenta una producción de heces de 4 a 24 heces $\cdot\text{día}^{-1}$. En *Acartia clausi* se han reportado producciones de 8, 24 y hasta 90 heces $\cdot\text{día}^{-1}$, esto dependiendo de la cantidad de alimento disponible en el medio (Reeve y Walter, 1977). Hayward (1980) reportó que para especies de copépodos del Pacífico norte central la evacuación de heces se presenta en un rango de 1 a 3 hrs. En

este estudio se evaluó la tasa de pastoreo en períodos máximos de 2 hrs. Los resultados de la asimilación de ^{14}C por *Acartia californiensis* (Fig. 9), mostraron una exponencial con un máximo al minuto 90, y posteriormente una baja significativa de $\text{dpm}\cdot\text{org}^{-1}$ a los 120 min, descenso que podría ser provocado por efectos de la defecación (Lampert, 1975; Daro, 1978; Dagg y Grill, 1980; Roman y Rublee, 1981). Nosotros estimamos la producción de heces·día⁻¹ para *Acartia californiensis* asumiendo que durante todo este tiempo su producción permaneció constante (cada 120 min). El resultado fue que *A. californiensis* aproximadamente produjo 12 heces·día⁻¹.

Durante este estudio la tasa específica de pastoreo (h^{-1}) y la tasa de filtración ($\text{ml}\cdot\text{org}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) presentaron variaciones día con día durante la serie de tiempo y cada 4 hrs durante la variación diurna *in situ*. La variabilidad de los parámetros físicos y biológicos analizados y medidos en este estudio mostraron que diariamente las condiciones del medio fueron cambiantes, pudiendo afectar con ello la tasa de alimentación de *Acartia californiensis*. Sin embargo, con los resultados obtenidos no se puede demostrar claramente cuales fueron los parámetros que más influyeron. Los resultados de las correlaciones presentaron significancias muy bajas y muy diferentes para ambos experimentos, serie de tiempo y variación diurna *in situ* (Tabla VI y XII).

En nuestros resultados se esperaba encontrar correlación positiva entre la temperatura y la tasa de pastoreo y filtración de *Acartia californiensis*, sin embargo, no existió correlación para la serie de tiempo y en la variación diurna la correlación fue negativa (Tabla VI y XII). La temperatura del medio ambiente fue diferente a la que prevaleció en el laboratorio. La temperatura de laboratorio se mantuvo con un promedio de $27 \pm 1^\circ\text{C}$, mientras que la del medio osciló de 25 a 28 °C (Fig. 4a). En la variación diurna *in situ* los organismos permanecieron 8 hrs en hieleras de 20 litros, mientras fueron separados para realizar las incubaciones de pastoreo; al volverlos a

introducir al estero el cambio en la temperatura del agua pudo propiciar alteraciones en su metabolismo que repercutieran en su tasa de alimentación. Los estudios que se han realizado sobre los efectos de la temperatura para varias especies de copépodos han demostrado, que afecta directamente la tasa de alimentación (Anraku, 1964; Stearns, 1986), la tasa metabólica y los patrones de reproducción (Stearns, 1986). El único estudio que se tiene reportado en cuanto a los efectos de la temperatura en *Acartia californiensis* es el realizado por Johnson (1980), quien encontró que la temperatura influye directamente en la terminación del estado latente de los huevos en reposo (diapáusicos).

En lo referente a la salinidad se presentaron correlaciones negativas y significativas tanto para la serie de tiempo como para la variación diurna (Tabla VI y XII). Cuando se presentan incrementos o decrementos importantes en la salinidad, los organismos son alterados fisiológicamente, afectando directamente su tasa de alimentación (Anraku, 1964; Bougis, 1976). Durante el período de estudio la salinidad presentó un rango de 34 a 37‰. El copépodo prefiere un óptimo de salinidad y el aumento o disminución de este produce un declive en la actividad del pastoreo (Anraku, 1964). Tal vez las variaciones que presentó la salinidad de alguna manera pudieron influir en la tasa de pastoreo de *Acartia californiensis*. Lo único que se tiene reportado sobre los efectos de la salinidad en *A. californiensis* es que es la responsable de la tasa y del éxito de la eclosión de los huevos en estado de reposo (diapáusicos) (Johnson, 1980).

Los estudios que se han realizado sobre la dieta alimenticia para varias especies del género *Acartia* indican, que es un organismo omnívoro que presenta un equilibrio entre su alimento vegetal y animal (Bougis, 1976). Su dieta está compuesta (dependiendo del estadio en que se encuentre) de ciliados (Robertson, 1983), nauplios

de otros copépodos (Tackx y Polk, 1982), mezcla de detritus y nanoplancton cuando estos dominan al fitoplancton (Ayukai, 1987; Roman *et al.*, 1990), mucopolisacaridos de origen bacteriano y las mismas pelotas fecales cuyo significado como fuente de alimento para el zooplancton depende del grado de colonización por bacterias (Poulet, 1983). Sin embargo para *Acartia californiensis* no se tiene reportado nada sobre sus requerimientos alimenticios.

La concentración de clorofila “a” estadísticamente no mostró correlación significativa con la tasa de pastoreo y filtración de la serie de tiempo y filtración de la variación diurna *in situ* (Tabla VI y XII). Analizando la fig. 24 se puede observar que existe una relación inversa entre la concentración de clorofila “a” y la tasa de filtración ($\text{ml-org}^{-1}\text{-día}^{-1}$) obtenidas durante la serie de tiempo. Este mismo comportamiento fue observado por Mullin (1963) y Anraku (1964), quienes proponen que los copépodos tienen la capacidad de regular su pastoreo dependiendo de la concentración de partículas en el medio, evitando así un gasto infructuoso de energía.

La abundancia de las diatomeas con la tasa de pastoreo y filtración de la serie de tiempo y la tasa de filtración durante la variación diurna *in situ* no mostraron correlación significativa (Tabla VI y XII), una explicación sería que efectivamente *Acartia californiensis* no está consumiendo diatomeas, y la otra justificación sería que sí están incluidas en su dieta, pero presentan un tamaño menor a 20 μm ; durante los conteos del fitoplancton todos los organismos menores o iguales a 20 μm fueron incluidos en el grupo del nanoplancton y tal vez esta selectividad en los conteos afectaron estos resultados. Existe una gran discrepancia entre el tamaño mínimo de partículas que puede capturar un copépodo, dependiendo de la especie y de la época del año (Poulet, 1978). Algunos ejemplos son: *Acartia clausi*.

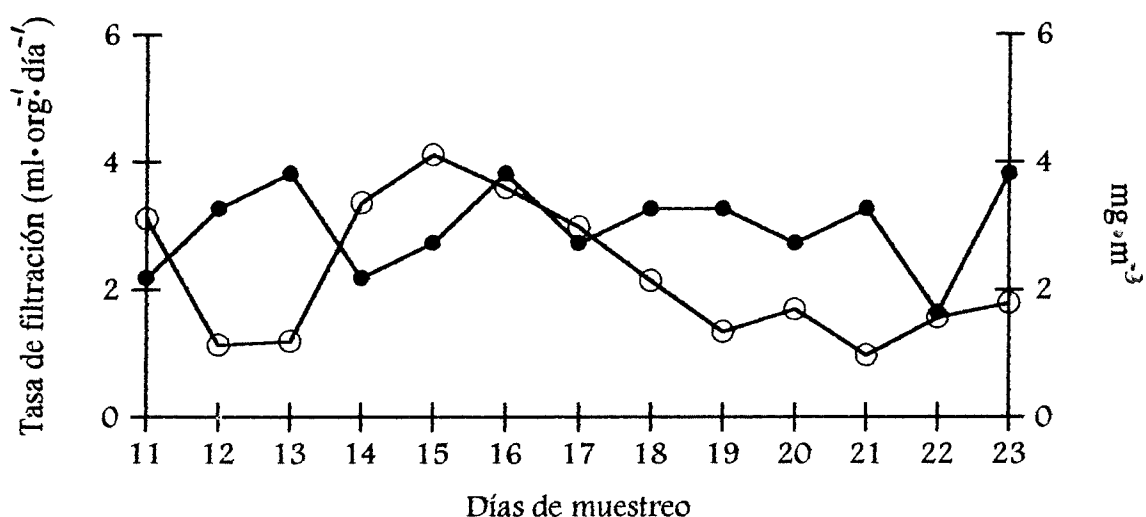


Figura 24. Comparación entre la tasa de filtración ($\text{ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$) y la concentración de clorofila "a" encontradas en la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México. Para la tasa de filtración se utilizaron los valores de la mediana (Fig 10 y AnexoVI). No se graficaron los valores de la tasa de pastoreo debido a que presenta la misma tendencia que los de la tasa de filtración.

ingiere partículas mayores a $5 \mu\text{m}$, preferentemente diatomeas (Ajukai, 1987). El límite de partículas que ingiere *Calanus finmarchicus* es cerca de las $4 \mu\text{m}$ y su alimentación se base de diatomeas. Las diatomeas forman una parte esencial en la alimentación de los copépodos herbívoros (Frost, 1972; Bougis, 1976; Boyd, 1976; Ayukai, 1987), y aunque nuestros resultados no lo confirmen, asumimos que las diatomeas son parte de la dieta de *Acartia californiensis*.

Los dinoflagelados no son comunmente incluidos en la dieta de los copépodos, estos organismos presentan cierta movilidad que impide que sean capturados facilmente (Fiedler, 1982). Los dinoflagelados que mayormente son ingeridos por los copépodos son *Prorocentrum* ($30\text{-}40 \mu\text{m}$), *Peridinium* ($100 \mu\text{m}$) y *Gymnodinium* ($10 \mu\text{m}$). Siendo el primero la especie que más se encontró en el estero. Además se ha

comprobado que especies grandes como *Ceratium* (150 - 300 μm) son evitados por presentar una estructura muy compleja (picos) que quedaría atrapada en las setas de estos copépodos (Donaghay y Small, 1979). La correlación mostró un valor bajo entre los dinoflagelados y la tasa de pastoreo y filtración para la serie de tiempo (Tabla VI), tal vez estos resultados estén reflejando esta conducta y por esta razón el valor de la correlación no fue más alta.

La correlación entre el nanoplancton y la tasa de filtración en la variación diurna *in situ* fue negativa. Esto nos podría indicar que el nanoplancton está siendo consumido por *Acartia californiensis* y tal vez por esta razón la correlación fue negativa. Los organismos del nanoplancton estuvieron representados por la especie *Exuviella vaginula* que tiene un tamaño aproximado entre 10 y 20 μm ; si tomamos en cuenta el tamaño mínimo de captura reportado para otros copépodos, se puede asumir que nuestra especie si podría alimentarse de este flagelado.

Runge y Ohman (1982) han propuesto que la distribución de tallas del fitoplancton es un buen indicador de la disponibilidad del alimento. En experimentos con *Acartia tonsa* se ha encontrado que son organismos incapaces de ingerir partículas pequeñas, sus tasas de ingestión tienen una relación directa con la talla del fitoplancton y esto explica por que la eficiencia de filtración es muy baja $<0.1\%$ en tallas $< 20\mu\text{m}$ con tasas de filtración $< 1 \text{ ml copépodo}^{-1}\text{h}^{-1}$ (Paffenhofer y Stearns, 1988).

Lam y Frost (1976), Donoghay y Small (1979) mencionan que la alimentación de los copépodos es un costo de energía muy grande que tiene que ser optimizado para poder disponer de suficientes reservas para utilizarlas en el crecimiento y la reproducción. El capturar partículas de mayor tamaño reduce el esfuerzo y consecuentemente el gasto de energía. Si retomamos lo anterior, entonces supondríamos

que *Acartia californiensis* prácticamente estuvo restringida por la disponibilidad del alimento, ya que los organismos del nanoplancton fueron los más abundantes (células $< 20 \mu\text{m}$) , por lo tanto *A. californiensis* tendría que buscar otras fuentes alternas de energía.

Robertson (1983) y Heinbokel y Beer (1979), reportan que cuando el fitoplancton es dominado por especies menores de $10 \mu\text{m}$ aparecerán pastoreando eficientemente sobre ellas generalmente tintínidos, los cuales pueden ser una dieta importante de *Acartia*. Stoeckear y Sanders (1985) y Grifford y Dagg (1988), presentaron que *Acartia tonsa* consume fitoplancton y tintínidos y prefiere a estos últimos aun cuando la concentración del fitoplancton sea igual o mayor a ellos. Como ya se mencionó en este estudio se encontró una alta abundancia de organismos del nanoplancton ($> 90\%$), presentando una correlación negativa con la tasa de filtración en la variación diurna *in situ*. Morales-Zamorano *et al.* (1991) encontraron para el Estero de Punta Banda concentraciones altas de tintínidos ($2.65 \times 10^3 \pm 1.70 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{l}^{-1}$). Estos organismos se alimentan de nanoplancton, y en conjunto podrían ser pastoreados por *Acartia*. Además, cualitativamente el microzooplancton puede ser un mejor alimento que el fitoplancton. Se ha demostrado que *Acartia tonsa* produce cerca de 25% más de huevos comiendo ciliados y rotíferos que cuando consume fitoplancton (Stoecker y Egloff, 1987). Morales-Zamorano *et al.* (1991) con base en sus resultados obtenidos para el Estero de Punta Banda, sugieren la existencia de una cadena trófica determinada principalmente por bacterias, nanoplancton, tintínidos y *Acartia*. Este comportamiento también podría explicar la correlación negativa entre el nanoplancton y la tasa de filtración de *Acartia californiensis*. El nanoplancton fue consumido por los tintínidos y por este motivo no existió una relación positiva con la tasa de filtración.

Asumiendo que a través del pastoreo sobre los tintínidos, *A. californiensis* esté consumiendo indirectamente al nanoplancton.

En este estudio no se realizó ningún tipo de experimento relacionado con la selectividad del tamaño de partículas, ni la preferencia por algún tipo de alimento para *Acartia californiensis*. Sólo podemos asumir con base a lo reportado para otras especies de copépodos, las posibles explicaciones que podrían tener nuestros resultados.

La tasa de específica de pastoreo y la tasa de filtración fueron obtenidas para el copépodo calanoideo marino *Acartia californiensis*. Aunque existe diferencia debido al tipo de metodología empleada y al tipo de alimentación, los valores obtenidos en este estudio son comparables a los obtenidos para otras especies de *Acartia* (Tabla XIII).

Tabla XIII. Tasa de filtración para varias especies del género *Acartia* reportadas en la literatura y en este estudio. Los valores que se reportan de la tasa de filtración de *A. californiensis* son obtenidos de los promedios de la serie de tiempo (Anexo VI).

Especie	Fuente	Método	Alimento	Tasa de filtración (ml·org ⁻¹ ·día ⁻¹)
<i>Acartia tonsa</i>	Conover (1956)	CP	Sc	8 - 25
"	Anraku (1964)	CP	Tf	1 - 105
"	Fiedler (1982)	¹⁴ C	Natural	1 - 2
"	García-Pámanes (1989)	¹⁴ C	Natural	3 - 53
"	Matus-Hernández (1991)	Chl "a"	Natural	0.1 - 8.5
<i>A. clausi</i>	Ayukai (1987)	CP	Dt	6.1 - 5.5
"	"	CP	Td	24.9 - 22.9
"	"	CP	Tn	15.5 - 15.1
<i>A. californiensis</i>	Este estudio	¹⁴ C	Natural	1.1-4.5

Donde CP= contador de partículas; Sc= *Skeletonema costatum*, Tf= *Thalassiosira fluviatilis*, Dt= *Dunalliella tertiolecta*, Td= *Thalassiosira decipens*, Tn= *Thalassiosira nordenskiöldii*, Natural= Fitoplancton natural

La tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración fueron mayores en las hembras. Esto puede deberse a su mayor tamaño el cual necesita de un mayor requerimiento alimenticio. Durante los muestreos se encontraron hembras ovígeras que podrían incrementar su tasa de alimentación para obtener la cantidad y calidad de fitoplancton que les provea de los nutrimentos necesarios para la producción de huevos (Kioboe *et al.*, 1985).

Para las diferentes densidades de organismos evaluadas en el experimento de la serie de tiempo se demostró una clara competencia por el alimento. En la densidad de 10 organismos se obtuvo una mayor tasa específica de pastoreo y filtración que en las densidades de 20 y 30. Con esta conducta se puede asumir que la tasa de pastoreo en su medio natural también puede ser afectada por el número de organismos presentes en el medio. Con esto se podría esperar que la tasa de pastoreo en el medio natural fuera menor a la encontrada en este trabajo, debido a la competencia que existiera por otros organismos herbívoros.

Mucho se ha especulado sobre los efectos de la luz, sobre la migración y la alimentación de los copépodos. Gauld (1953) propone una hipótesis en la que postula que la migración de los copépodos está dada por la migración a capas ricas de alimento, dependiendo con ello su tasa de alimentación. Sin embargo, Napp *et al.* (1988) refutan la hipótesis, encontrando que el máximo de clorofila no indica el máximo de ingestión por el zooplancton, y tampoco el mejor lugar para alimententarse. Esto mismo fue reportado anteriormente por Nicolajsen *et al.* (1983) quienes mencionan que no necesariamente el zooplancton migra para obtener su alimento y que además su alimentación varía durante el día. Stearns (1986) y Fernández (1977) realizaron un estudio de la actividad de pastoreo a diferentes condiciones de luz y encontraron que ésta controla y rige la actividad de pastoreo.

Los resultados de la variación diurna *in situ* mostraron que la tasa de filtración presentó variaciones durante el día teniendo su máxima intensidad al anochecer (20:00 hrs) (Fig. 21). Para *Acartia tonsa* se ha encontrado que durante el día permanece en una misma área y a medida que decrece la intensidad de luz empieza a migrar en busca de alimento (Stearns y Forward, 1984; Stearns, 1986). Jiménez-Pérez y Lara-Lara (1990) realizaron arrastres superficiales de zooplancton durante un ciclo de 24 hrs, encontrando que el mayor número de *Acartia californiensis* se presentó superficialmente durante la noche; este tipo de comportamiento podría estar relacionado con la tasa de filtración.

El alimentarse durante la noche puede ser una estrategia para evitar ser depredado, existe una relación directa entre la cantidad de pigmentación en el zooplancton y el grado de visualización por el depredador (Stearns, 1986). Además, un organismo comiendo durante la noche cerca de la superficie en aguas cálidas y descansando durante el día en aguas profundas y frías, tiene una ventaja energética, la cual puede ser invertida en la producción de huevos y en un incremento en la población; ej. *Acartia clausi* puede migrar de 10 a 15 m sin sufrir cambio alguno en su metabolismo (Bougis, 1976).

El comportamiento de *Acartia californiensis* durante la variación diurna *in situ* fue semejante a la descrita para otras especies de copépodos por Fernández (1977), Stearns *et al.* (1984), Stearns y Forward, (1984), Head (1986) y Stearns (1986). Concluyendo que este tipo de adaptación de respuesta a los cambios en la intensidad de luz puede estar regido por ritmos endógenos los cuales determinan la conducta y la capacidad de supervivencia de cada especie.

Como fue descrito en la metodología, los resultados de la tasa de filtración en la variación diurna *in situ* fueron obtenidos del minuto 60. Esto se propuso debido a que

no se obtuvieron datos para el minuto 90. Por lo tanto, los resultados obtenidos para la tasa de filtración en la variación diurna están en un 16% por debajo de la tasa que se hubiese obtenido al minuto 90. De esta manera la tasa máxima de filtración tendría una mediana de $6.12 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ y una mínima de $1.09 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ (Anexo VII).

Los experimentos de pastoreo de la serie de tiempo durante los 13 días de muestreo diariamente iniciaron a las 16:00 hrs. El diseño experimental de la variación diurna permitió que una de las 6 incubaciones diera inicio también a las 16:00 hrs. La tasa de filtración para la serie de tiempo presentó una mediana de $1.99 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ y para la variación diurna *in situ* una mediana de $2.85 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$. Aunque no se pudo obtener la misma variabilidad de los resultados para ambos experimentos; nosotros podemos inferir que a esta hora la tasa de filtración de *Acartia californiensis* empieza a incrementarse para tener su máximo a las 20:00 hrs (Fig. 11, 21 y Anexo VII). Comparando los valores de la tasa de filtración de la serie de tiempo con los obtenidos para la variación diurna *in situ*, observamos que se encuentran en un 37.61% por debajo de la tasa máxima reportada a las 20:00 hrs.

Las fuentes de alimentación en una laguna costera y en un estuario no son limitantes, aún cuando los requerimientos de carbono por los copépodos sean mayores a la producción del fitoplancton. En estos casos estará disponible un gran reservorio de energía como es el detritus (Poulet, 1978). En las lagunas costeras una fracción de la producción primaria es sedimentada o exportada (Platt y Conover, 1971) y la pérdida debido al pastoreo generalmente es mínima (Taguchi y Fukuchi, 1975; Dagg y Grill, 1980; Grifford y Dagg, 1988). Nuestros resultados mostraron que *Acartia californiensis* consume en promedio sólo el 24.39% del carbono producido por el fitoplancton, aunque encontramos valores que van de 1.92 a 60.01% dependiendo de la cantidad de copépodos encontrados. Si nuestra especie es la más abundante en la comunidad del

zooplancton (Navarro-Mendoza, 1985; Méndez-Lanz, 1988; Trujillo-Ortíz, 1986, 1990; Jiménez-Pérez y Lara-Lara, 1990; Morales-Zamorano *et al.*, 1991), entonces nosotros podemos concluir que la producción del fitoplancton en el Estero de Punta Banda no fue limitante durante el período de estudio. El resto del carbono del fitoplancton (75.61%) se encontró disponible para servir de alimento a otros herbívoros, para sedimentarse y alimentar a organismos bentónicos (Platt y Conover, 1971) o para ser exportado hacia el exterior de la laguna por efectos de la marea.

Como ya se mencionó la mayoría de las especies de *Acartia* presentan un tipo de alimentación omnívora. Poulet (1978) menciona que menos del 50% de la producción primaria es consumida por los copépodos en la Bahía Bedford, Nueva Escocia. El resto del alimento puede ser proporcionado por microplancton y detritus. *Acartia tonsa* consume aproximadamente 41% de microzooplancton (Gifford y Dagg, 1988) y de 10 a 45% de detritus (Roman, 1977). Con base a estos estudios y a nuestros resultados se podría esperar que *Acartia californiensis* se alimentara de fitoplancton pero que también incluyera en su dieta al microzooplancton (tintínidos), u otras fuentes externas de alimento como podrían ser el detritus.

En este estudio se obtuvieron los valores de la tasa específica de pastoreo y la tasa específica de filtración para una serie de tiempo y durante una variación diurna *in situ* para el copépodo calanoideo *Acartia californiensis*. Además, se presenta una primera aproximación de sus requerimientos alimenticios así como de los factores que la controlan. En base a estos resultados se propone que se realicen estudios específicos en laboratorio para obtener un mayor conocimiento del tamaño de partículas que prefiere, del tipo de alimento y por último estudios sobre los parámetros que pueden determinar su tasa de alimentación.

Acartia californiensis constituye un porcentaje muy importante en la dieta de la ictiofauna que habita en el Estero de Punta Banda (Navarro-Mendoza, 1985), es un recurso de energía esencial para la cadena trófica (Morales-Zamorano, 1989) y por su abundancia podemos concluir que para este cuerpo de agua, es la principal fuente de transferencia de carbono orgánico a los niveles tróficos superiores.

5. CONCLUSIONES

Por primera vez se da a conocer la tasa específica de pastoreo y la tasa de filtración para el copépodo calanoideo marino *Acartia californiensis*. La tasa específica de pastoreo presentó una mediana de $4.17 \times 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ y para la tasa de filtración una mediana de $1.99 \text{ ml} \cdot \text{org}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$.

Los resultados mostraron que *Acartia californiensis* presenta una tasa de alimentación bien definida y que las variaciones que se presentaron día con día son el resultado de la interacción de los factores del medio ambiente.

La tasa de filtración de *Acartia californiensis* durante la variación diurna *in situ* fue más intensa en la noche y menor durante el día. Este tipo de respuesta a los cambios de luz son atribuidos a patrones de conducta bien definidos (ritmos endógenos), los cuales determinan la capacidad de supervivencia de la especie.

En este estudio se presenta una aproximación de la tasa de pastoreo y filtración de *Acartia californiensis* así como su relación con algunos factores del medio ambiente, sin embargo se deben de realizar estudios específicos en laboratorio para conocer la selectividad del tamaño de partículas, el tipo de alimento que prefiere y los factores que mayormente pudieran afectarla.

6. REFERENCIAS

- Acosta-Ruiz, M de J. y S. Álvarez-Borrego, 1974. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos físicos y químicos en el Estero de Punta Banda, B.C., en otoño e invierno. *Ciencias Marinas*, 1(1):16-45.
- Álvarez-Borrego, S., A. Granados-Guzmán y J.L. Beltrán-Félix., 1984. Temperatura y salinidad en el Estero de Punta Banda: 1982-1983. *Ciencias Marinas*, 10(3):105-108.
- Álvarez-Borrego, S. y S. Nájera de Muñoz, 1979. Series de tiempo de fitoplancton en dos lagunas costeras de Baja California. *Ciencias Marinas*, 6(1y 2):75-88.
- Andersen, P y H.M. Sorensen, 1986. Population dynamics and trophic coupling in pelagic microorganisms in eutrophic coastal water. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 33:99-109.
- Anraku, M., 1964. Influence of the Cape Cod Canal on the hydrography and on the copepods in Buzzards Bay and Cape Cod Bay, Massachusetts. II. Respiration and feeding. *Limnol. Oceanogr.*, 9:195-206.
- Ayukai, T., (1987). Discriminate feeding of the calanoid copepod *Acartia clausi* in mixtures of phytoplankton and inert particles. *Mar. Biol.*, 94:579-587.
- Bakker, C. R.D. Gulati y K. Kersting., 1985. The measurement of ingestion of phytoplankton by zooplankton: Techniques, problems and recommendations. *Hidrobiol. Bull.*, 19(1):3-105.
- Beers, J. R., 1976. Part. II: Determination of zooplankton biomass. En: H.F. Steedman (ed) zooplankton fixation and preservation. *Monographs on Oceanographic Methodology*. UNESCO Press, Paris. pp. 36-84.
- Boltvskoy, D., 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. 1 ed. Argentina: INIDEP. pp.
- Bougis, P., 1976. *Marine Plankton Ecology*. North Holland. Publishing. New York. Cap. (10). 349 pp.
- Camacho-Ibar, V. F., 1987. Dinámica de nutrientes de las aguas intersticiales de sedimentos lodosos con halófitas en una laguna costera. Tesis de Maestría, CICESE, 97 pp.
- Carpenter, E.J. y J.S. Lively., 1981. Review of estimates of algal growth using ^{14}C tracer techniques.
- Castel J. y C. Courties, 1982. Composition and differential distribution of zooplankton in Arcachon Bay. *J. Plankton Res.*, 4: 417-433.

- Célis-Ceceña, R. y S. Álvarez-Borrego, 1975. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos físicos y químicos en el Estero de Punta Banda, B.C. México. Ciencias Marinas, 2 (1): 98-105.
- Conover, J. R., 1956. Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954, VI Biology of *Acartia clausi* and *A. tonsa*. Bull. Bingham Oceanogr. College. 15: 156-233.
- Conover, J.R. y M.E. Huntley, 1980. General rules of grazing in pelagic ecosystems. En: Primary productivity in the sea. P.G. Falkowski (ed.), Plenum Press, New York. pp.461-485.
- Dagg, M. J. y D. W. Grill, 1980. Natural feeding rates of *Centropages typicus* females in the New York Bight. Limnol. Oceanogr., 25: 597-609.
- Daro, M.H., 1978. A simplified ^{14}C for grazing measurements on natural planktonic populations. Helgol. Wiss. Meeresunters., 31: 241-248.
- Daro, M.H., 1985. Feeding rhythms and vertical distribution of marine copepods. Bull. Mar. Sci., 37(2): 487- 497.
- Daro, M.H. and M.A. Baars., 1986. Calculations of zooplankton grazing rates according to a closed, steady-state, three-compartment model applied to different ^{14}C methods. Hidrobiological bulletin, 19(2): 159-170.
- Daro, M.H., 1988. Migratory and grazing behavior of copepods and vertical distribution of phytoplankton. Bull. of Mar. Sci., 43(3): 710-729.
- Donaghay, P.L. and L.F. Small., 1979. Food selection capabilities of the estuarine copepod *Acartia clausi*. Mar. Biol., 52: 137-146.
- Fernández, F., 1977. Efecto de la intensidad de luz natural en la actividad metabólica y en la alimentación de varias especies de copépodos planctónicos. Inv. Pesq., 41(30):575-602.
- Fitzwater, S.E., Kanauer, G.A. y J. H. Martin, 1982. Metal contamination and its effects on primary production: gross underestimates in oceanic waters. Neth. J. Sea Res., 13: 58-78.
- Fiedler, P. C., 1982. Zooplankton avoidance and reduced grazing responses to *Gymnodinium splendens* (Dinophyceae). Limnol. Oceanogr., 27:961-965.
- García-Pámanes, J., 1989. Variación día-día de la tasa de pastoreo zooplanctónico frente a Baja California, México. Tesis Maestría. CICESE., 61 pp..
- Gauld. D.T., 1953. Diurnal variations in the grazing of planktonic copepods. J. Mar. Biol. Assoc. 31: 461- 474.

- Grifford, D. J. y M. J. Dagg., 1988. Feeding of the estuarine copepod *Acartia tonsa* Dana: carnivory vs. herbivory in natural microplankton assemblages. *Bull. Mar. Sci.*, 43(3): 458-468.
- Hamilton, L. C., 1992. Regression with graphics a second course in applied statistics. Lawrence C. Hamilton ed. Pacific Grove, Calif. Brooks and Cole. 363 pp.
- Haney, J. F., 1973. An *in situ* examination of the grazing activities of natural zooplankton communities. *Arch. Hydrobiol.*, 72: 87-132.
- Hasle, G.R., 1978. Using the inverted microscope. Cap. 7.3. En: A. Sournia (Ed.): *Phytoplankton Manual*. UNESCO. París. pp. 191-196.
- Hayward, T. L., 1980. Spatial and temporal feeding pattern of copepods from the North Pacific Central Gyre. *Mar. Biol.*, 58: 295-309.
- Head, E.J.H., 1986. Estimation of Arctic copepod grazing rates *in vivo* and comparison with *in-vitro* methods. *Mar. Biol.*, 92: 371-379.
- Heinbokel, J. F. y J. R. Beer., 1979. Studies on the functional role of tintinnids in the Southern California Bigh. III. Grazing impact of natural assemblages. *Mar. Biol.*, 52: 23-32.
- Jackson, G. A., 1980. Phytoplankton growth and zooplankton grazing in oligotrophic oceans. *Nature*, 284: 439-441.
- Jiménez-Pérez, L. y Lara-Lara, R., 1990. Distribución de biomasa y estructura de la comunidad del zooplancton en el Estero de Punta Banda. *Ciencias Marinas*, 16(1): 35-48.
- Johnson, J.K., 1980. Effects of temperature and salinity on production and hatching of dormant eggs of *Acartia californiensis* (Copepoda) in an Oregon estuary. *Fish. Bull.* 77:567-584.
- Johnson, J. K., 1981. Population dynamics and cohort persistence of *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) in Yaquina Bay, Oregon. Ph. D. Thesis, Oregon State Univ., Corvallis, Oregon.
- Lam, R. K. y B. W. Frost., 1976. Model of filtering response to changes in size and concentration of food. *Limnol. Oceanogr.*, 21(4): 490-500.
- Lampert, W., 1975. A tracer study on the carbon turnover of *Daphnia pulex*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19: 2913-2921.
- Lara-Lara, J. R., B. E. Frey y L.F. Small., 1991. Primary Production in the Columbia river estuary II: Grazing losses, transport, and a phytoplankton carbon budget. *Pacific Science*, 44(1): 38-50.

- Mague, T. H., E. Friberg, D. J. Hughes, and I. Morris., 1980. Extracellular release of carbon by marine phytoplankton; a physiological aproach. *Limnol. Oceanogr.*, 25(2): 262-279.
- Mann, K.H., Frost, L. Guglielmo, M. Huntley, B.O. Jansson, A.R. Longhurst, G. Radach y R. Williams., 1984. Herbivory. En: M.J.R. Fasham (Ed.) *How flows energy and materials in marine ecosystems. Theory and Practice*, Plenum Press.
- Matus-Hernández, M. E. del C., 1991. Tasas de pastoreo diarias del zooplancton en una localidad costera de B.C., México. Tesis de Maestría. CICESE, 64 pp.
- Méndez-Lanz, R. M., 1988. Abundancia y distribución del zooplancton en el Estero de Punta Banda, Baja California (Diciembre 1986-Mayo 1987). Tesis de Oceanólogo, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, 45 pp.
- Millán-Núñez R. y S. Álvarez-Borrego, 1978. Ecuaciones espectrofométricas tricomáticas para la determinación de clorofilas *a*, *b* y *c* y sus feofitinas. *Ciencias Marinas*, 5(1): 47-55.
- Millán-Núñez, E., F. J. Ortiz-Cortes y S. Álvarez-Borrego., 1981. Variabilidad temporal y espacial de nutrientes y fitoplancton en una laguna costera a finales de verano. *Ciencias Marinas*, 7(1): 103-128.
- Millán-Núñez, E. y R. Millán-Núñez, 1987. Composición y variabilidad del fitoplancton a finales de primavera, 1985 en el estero de Punta Banda, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 13(4): 21-34.
- Millán-Núñez, R., 1994. Comunicación personal. UABC. Facultad de Ciencias Marinas. Apdo. Postal 453. Ensenada, B.C. México.
- Morales-Zamorano, L.A., R. Cajal-Medrano, E. Orellana-Cepeda y L.C. Jiménez-Pérez., 1991. Effect of tidal dynamics on a planktonic community in a coastal lagoon of Baja California, México. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 78: 229-239.
- Muñoz-Anderson, M. A. Y R. Millán-Núñez, 1991. Variación anual de la productividad del fitoplancton en el Estero de Punta Banda, B.C., México. *Ciencias Marinas*, 17(2): 57-70.
- Napp, J. M., 1986. The vertical distribution and *in situ* feeding of marine particle-grazers in relation to their food, the microplankton. Ph. D. Thesis. University of California. San Diego.
- Napp, J. M., E. R. Brooks, P. Matrai. y M. M. Mullin., 1988. Vertical distribution of marine particles and grazers II. Relation of grazer distribution to food quality and quantity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 50: 59-72.
- Navarro-Mendoza, M., 1985. Ecología trófica de la comunidad íctica en el Estero de Punta Banda, Ensenada, B.C., México. Tesis de Maestría. CICESE, México, 185 pp.

- Nicolajsen, H. M., A. Flemming and T. Kiorboe., 1983. Algal grazing by the planktonic copepods *Centropages hamatus* and *Pseudocalanus* sp. diurnal and seasonal variation during the spring phytoplankton bloom in the Oresund. *Ophelia*, 22(1): 15-31.
- Pace, S.D., 1978. Distribution, abundance and rates of fecundity and growth of *Acartia californiensis* Trinast (Copepoda) in Elkhorn Slough, California. M.Sc. Thesis, San Jose State Univ. California.
- Paffenhofer, G.A. y D.E., Stearns, 1988. Why is *Acartia tonsa* (Copepoda:Calanoida) restricted to nearshore environments? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 42: 33-38.
- Platt, T. y R. J. Conover, 1971. Variability and its effect on the 24 h chlorophyll budget of a small marine basin. *Mar. Biol.*, 10: 52-65.
- Poulet, S.A., 1978. Comparison between five coexisting species of marine copepods feeding on naturally occurring particulate matter. *Limnol. Oceanogr.*, 23(6): 1126-1143.
- Poulet, S.A. y P. Marsot, 1978. Chemosensory grazing by marine calanoid copepods. *Science*, 200: 1403-1405.
- Poulet, S.A., 1983. Factors controlling utilization of non-algal diets by particle-grazing copepods. A review. *Oceanologica Acta*, 6(3): 221-234.
- Pritchard, D.W., R. De la Paz Vela, H.M. Cabrera, S.S. Farreras y E. Morales, 1978. Hidrografía física del Estero de Punta Banda. Parte I: Análisis de datos. *Ciencias Marinas*, 5(2): 1-23.
- Reeve, M. R. y M. A. Walter, 1977. Observations on the existence of lower threshold and upper critical food concentrations for the copepod *Acartia tonsa* Dana. *J. Mar. Biol. Ecol.*, 29: 211-221.
- Robertson, J. R., 1983. Predation by estuarine zooplankton on tintinnid ciliates. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 16: 27-36.
- Roman, M. R., 1977. Feeding of the Copepod *Acartia tonsa* on the Diatom *Nitzschia closterium* and Brown Algae (*Fucus vesiculosus*) Detritus. *Mar. Biol.*, 42: 149-155.
- Roman, M. R. y P. A. Rublee., 1981. A method to determine *in situ* zooplankton grazing rates on natural particle assemblages. *Mar. Biol.*, 65: 303-309.
- Roman, M. R., M. J. Furnas. y M. M. Mullin., 1990. Zooplankton abundance and grazing at Davies Reef, Great Barrier Reef, Australia. *Mar. Biol.*, 105: 73-82.
- Runge J., Ohman., 1982. Size fractionation of phytoplankton as an estimate of food available to herbivores. *Limnol. Oceanogr.* 27:570-576.

- Santamaría del Angel, E. M., 1994. Comunicación personal. UABC. Facultad de Ciencias Marinas. Apdo. Postal 453. Ensenada, B.C., México.
- Siegel, S., 1979. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 1 ed. Trillas. México, 346 pp.
- Sosa-Ávalos, R. 1994. Estimación de la productividad primaria por el método del carbono catorce y oxígeno en el Estero de Punta Banda. B.C., México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas, 73 pp.
- Stearns, D.E. and R.B. Forward, Jr., 1984. Copepod photobehavior in a simulated natural light environment and its relation to nocturnal vertical migration. *Mar. Biol.* 82: 91-100.
- Stearns, D.E., 1986. Copepod grazing behavior in simulated natural light and its relation to nocturnal feeding. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 30: 65-76.
- Steele, 1974. The structure of marine exosystems. Harvard University Press, Cambridge, 128 pp.
- Steuer, 1923. Bausteine en einer monographischer copopodengattung *Acartia*. *Arb. Zool. Inst. Univ. Innsbruck*, I: 89-148.
- Stoecker, D. K. y D. A. Egloff, 1987. Predation of *Acartia tonsa* Dana on planktonic ciliates and rotifers. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 110: 53-68.
- Stoeckear, D. K. y Sanders, 1985. Differential grazing by *Acartia tonsa* on dinoflagellate and a tintinnid. *J. Plankton Res.*, 7(1):85-100.
- Strickland, J. D. H., y T.R. Parsons. (eds), 1972. A practical handbook of seawater analysis, 2nd ed. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, 167: 1-310.
- Tackx, M. y P. Polk, 1982. Feeding of *Acartia tonsa* Dana (Copepoda, Calanoidea): predation on nauplii of *Canuella perplexa* T.A. Scott (Copepoda, Harpacticoida) in the Sluice-dock at Ostened. *Hidrobiologia*, 94: 131-133.
- Taguchi, S. y M. Fukuchi., 1971. Filtration rate of zooplankton community during spring bloom in Akkeshi Bay. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 198: 145-164.
- Todd, C.D. y M.S. Laverack, 1991. Coastal marine zooplankton: a practical manual for students/comp. ed. New York: Cambridge University, 106 pp.
- Trinast, E. M., 1976. Preliminary note on *Acartia californiensis* a new calanoid copepod from Newport Bay California. *Crustaceana*, 31: 54-58.
- Trujillo-Ortiz, A., 1986. Life cycle of the marine calanoid copepod *Acartia californiensis* Trinast reared under laboratory conditions. *CalCOFI Rep.*, 27: 188-204.

- Trujillo-Ortíz, A., 1990. Porciento de eclosión, producción de huevos y tiempo de desarrollo de *Acartia californiensis* Trinast (Copepoda:Calanoida) bajo condiciones de laboratorio. Ciencias Marinas, 16(1): 1-22.
- Trujillo-Ortíz, A. y J. Edgar Arroyo-Ortega., 1991. Análisis de la mortalidad y esperanza de vida de *Acartia californiensis* Trinast (Copepoda:Calanoida) bajo condiciones de laboratorio. Ciencias Marinas, 17(4): 11-18.
- Trujillo-Ortíz, A., 1994. Comunicación personal. UABC. Facultad de Ciencias Marinas. Apdo. Postal 453. Ensenada, B.C., México.
- Trujillo-Ortíz, A., R. S. Burton, J. de la Rosa-Vélez y F. Correa-Sandoval., 1995. Variación genética en dos poblaciones del copépodo calanoide marino *Acartia californiensis* Trinast. Ciencias Marinas, 21(1):39-58.
- Trujillo-Ortíz, A., R. S. Burton, J. de la Rosa-Vélez y F. Correa-Sandoval., (en prensa). Successful interbreeding between two heighbouring populations of *Acartia californiensis* Trinast (Copepoda:Calanoida): a laboratoy study. J. Mar. Biol. Ass. U.K.
- Uye, S., y Fleminger, 1976. Effects of various environmental factors on egg development of several species of *Acartia* in Souther California. Mar. Biol., 38: 253-262.
- Wilson, D. S., 1973. Food size selection among copepods. Ecology, 54: 909-914.
- Yañez Arancibia, A., 1986. Ecología de la zona costera: análisis de siete tópicos. Editorial AGT, México, D.F., 200 pp.
- Zar, J. H., 1984. Biostatistical analysis 2ed. Englewood Cliffs; N. J. Prentice-Hall, 718 pp.

7. ANEXOS

Anexo I. Resultados del análisis de varianza no paramétrico de dos factores de Kruskal~Wallis para (A) tasa específica de pastoreo y (B) tasa de filtración en la serie de tiempo.

A

Fuente de variación	SC	gl	X ²	X ² 0.05,v	Ho
Tratamientos	201777.33	25	39.29	37.7	s
Días	17343.66	12	33.77	21.03	s
Sexo	1048.66	1	3.32	3.84	ns
Días vs sexo	1784.99	12	5.66	21.03	ns
CM _{Total}	513.50				

Donde SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM_{Total} = cuadrado medio total, X² = SC/CM_{Total} , s= significativo y ns= no significativo.

B

Fuente de variación	SC	gl	X ²	X ² 0.05,v	Ho
Tratamientos	23450.16	25	45.66	37.7	s
Días	19545.33	12	38.06	21.03	s
Sexo	1543.70	1	3.00	3.84	ns
Días-sexo	2361.14	12	4.59	21.03	ns
CM _{total}	513.50				

Donde SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM_{Total} = cuadrado medio total, X² = SC/CM_{Total} , s= significativo y ns= no significativo.

Anexo II . Resultados de las comparaciones múltiples *a posteriori* de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los días de muestreo para la serie de tiempo. Los resultados fueron iguales para la tasa específica de pastoreo y para la tasa de filtración.

DÍAS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
12	ns											
13	ns	ns										
14	ns	ns	ns									
15	ns	s	ns	ns								
16	ns	ns	ns	ns	ns							
17	ns	ns	ns	ns	ns	ns						
18	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns					
19	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
20	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
21	ns	ns	ns	ns	s	ns	ns	ns	ns	ns		
22	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
23	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Donde s= significativo y ns= no significativo ($\alpha = 0.05$).

Anexo III. Resultados de las comparaciones múltiples *a posteriori* de Tukey para las diferentes densidades de organismos utilizadas en los experimentos de pastoreo de la serie de tiempo. Los resultados son similares para la tasa específica de pastoreo y tasa de filtración.

Densidad	10	20
20	ns	
30	s	ns

Donde s= significativo y ns= no significativo ($\alpha = 0.05$).

Anexo IV. Análisis de varianza no paramétrico de dos factores de
Kruskal~Wallis para probar diferencias significativas en la tasa
de filtración durante la variación diurna *in situ*.

Fuente de variación	SC	gl	X ²	X ² _{0.05,v}	Ho
Tratamientos	3200.33	11	28.83	19.70	s
Horas	2173.33	5	19.57	11.10	s
Sexos	821.78	1	7.40	3.84	s
Horas vs Sexos	205.22	5	1.84	11.10	ns
CM _{Total}	111.00				

Donde SC= suma de cuadrados, gl= grados de libertad, CM_{Total} = cuadrado medio total,
X² = SC/CM_{Total}, s= significativo y ns= no significativo.

Anexo V. Comparaciones múltiples *a posteriori* de Tukey para
encontrar diferencias significativas entre las tasas de
filtración durante la variación diurna *in situ*.

	08	12	16	20	24
12 hrs.	ns				
16	ns	ns			
20	s	s	ns		
24	ns	ns	ns	ns	
04	ns	ns	s	s	ns

Donde ns= no significativo y s= significativo ($\alpha=0.05$)

Anexo VI. Resultados de las tasas de pastoreo y filtración del copépodo *Acartia californiensis* durante la serie de tiempo del 11 al 23 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

Día de muestreo	Tasa de pastoreo (h^{-1})			Tasa de filtración ($ml.org^{-1}.día^{-1}$)		
	Md (1×10^{-4})	$\bar{x}$ (1×10^{-4})	EE (1×10^{-4})	Md	$\bar{x}$	EE
11	6.47	6.77	2.36	3.11	3.26	1.14
12	2.33	2.35	9.30	1.13	1.13	0.44
13	3.18	4.03	3.93	1.19	1.19	0.70
14	7.00	1.31×10^{-3}	1.67×10^{-3}	3.36	3.90	2.07
15	8.56	9.37	4.11	4.11	4.50	1.95
16	7.50	7.62	3.45	3.60	3.65	1.66
17	6.22	6.82	3.88	2.98	3.28	1.85
18	4.48	4.79	2.65	2.14	2.29	1.28
19	2.79	3.38	2.39	1.34	1.62	1.14
20	3.53	5.37	5.78	1.69	2.58	2.77
21	2.03	2.75	2.06	0.97	1.32	0.98
22	3.25	3.34	4.42	1.56	1.60	0.89
23	3.75	4.88	4.29	1.79	2.34	2.07
Md total	4.17	--	--	1.99	--	--
$\bar{X} =$	--	5.74	1.28	--	2.51	0.39

Donde Md = Mediana, Md total=Mediana para los 13 días de muestreo, $\bar{x}$ = Promedio y EE= Error estandar del promedio.

Anexo V11. Resultados de la tasa de filtración del copépodo *Acartia californiensis* durante la variación diurna, los días 27 y 28 de Agosto de 1994 en el Estero de Punta Banda, B.C., México.

Horas de muestreo	Md	Md + 16%	$\bar{x}$	EE
08	1.55	1.80	1.53	0.74
12	1.45	1.68	1.73	1.17
16	2.85	3.30	2.76	1.42
20	5.29	6.12	5.68	2.28
24	1.99	2.30	2.39	1.80
04	0.94	1.09	0.97	0.24

Donde Md= Mediana, $\bar{x}$ = Promedio y EE= Error estandar del promedio.