

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PESCA ARTESANAL EN BAHÍA SALINAS, GUANACASTE:  
FACTORES AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS  
RELEVANTES PARA SU GESTIÓN

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de  
Estudios de Posgrado en Gestión Integrada en Áreas Costeras  
Tropicales para optar por el grado y título de Maestría Académica  
en Gestión Integrada en Áreas Costeras Tropicales

DELIA ZAVALA ALVAREZ

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2013

## DEDICATORIA

Después de una ardua jornada, esta tesis se la dedico a mi madre, Francine Álvarez, cuyo ejemplo y apoyo incondicional fue mi pilar para concluir esta faceta de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que de alguna u otra forma fueron parte importante para poder llevar a término este trabajo final de graduación. Primero agradecerle a mi madre, tía Floribeth y mi abuela Miriam, que sin sus consejos y apoyo no lo hubiera logrado.

A mi Director de Maestría, Don Manuel María Murillo, que con su conocimiento, experiencia y sus palabras siempre elocuentes, fue más que un estímulo a seguir. A mi tutor Jorge Cortés Núñez, que desde hace varios años, me ha brindado su apoyo académico y logístico en todo el proceso investigativo.

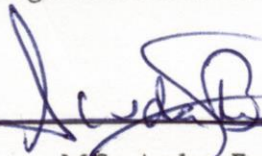
A los profesores, Gerardo Umaña, Helena Molina, Antonio McHugh, María Eugenia Bozzoli, quienes, cada uno en su campo de estudio, me brindaron su apoyo para concretar los análisis de campo.

A Don Eleazar Ruíz, Eddy Gómez, Óscar Montoya, quienes me apoyaron de manera incondicional en la toma de muestras y procesamiento de estas. A la Vicerrectoría de Investigación y al Centro de Investigaciones en Estructuras Microscópicas CIEMic, por el apoyo económico y en el procesamiento de las muestras para microscopía.

A la comunidad de El Jobo y a los estudiantes de III Ciclo de la Escuela Gil Tablada Corea, por todo su apoyo en cuanto a los datos de captura de peces y por ser parte de las encuestas y capacitaciones. A todos mis más sinceros agradecimientos.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en  
Gestión Integrada en Áreas Costeras Tropicales de la Universidad de Costa Rica, como  
requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Académica en Gestión

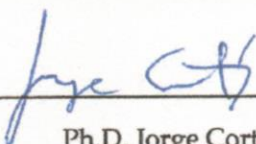
Integrada en Áreas Costeras Tropicales



M.Sc. Andrea Brenes Soto

**Representante de la Decana**

**Sistema de Estudios de Posgrado**



Ph.D. Jorge Cortés Núñez

**Profesor Guía**



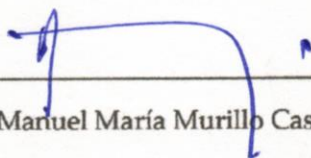
M.Sc. Gerardo Umaña Villalobos

**Lector**



Dra. María Eugenia Bozzoli Vargas

**Lectora**



Dr. Manuel María Murillo Castro

**Director Programa de Posgrado en Gestión Integrada en Áreas costeras Tropicales**



Delia María Zavala Álvarez

**Sustentante**

## Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
Hoja de aprobación .....	v
Resumen:.....	vii
Lista de Cuadros .....	viii
Lista de Figuras .....	ix
Lista de abreviaturas .....	xii
Lista de Láminas .....	xiii
Introducción.....	1
Objetivo General .....	8
Objetivos Específicos .....	8
Materiales y Métodos .....	9
1. Descripción del sitio de estudio.....	9
2. Muestreo de datos físico-químicos.....	9
2.1 Toma de muestras.....	9
3. Muestreo e identificación de especies de fitoplancton.....	11
3.1 Microscopía de luz (ML).....	11
3.2 Procesamiento para Microscopía Electrónica de Barrido (MEB).....	11
4. Determinación de las especies de peces más capturadas.....	12
5. Muestreo Social y Económico .....	13
6. Análisis estadístico .....	13
Resultados.....	15
1. Descripción de los parámetros físico-químicos, asociados al afloramiento costero.....	15
2. Diversidad y abundancia de las principales especies fitoplanctónicas .....	22
3. Determinación de la composición y abundancia de las especies de peces más capturadas.....	30

4. Determinación de los aspectos socio-económicos y su relación con la pesca artesanal, presentes en la comunidad de El Jobo, Bahía Salinas.....	37
5. Actividades realizadas para dar recomendaciones en la gestión integrada en Bahía Salinas.....	43
Discusión.....	49
1. Descripción de los parámetros físico-químicos, asociados al afloramiento costero.....	49
3. Composición y abundancia de peces más capturadas .....	56
4. Determinación de los aspectos socio-económicos y su relación con la pesca artesanal, presentes en la comunidad de El Jobo, Bahía Salinas.....	60
5. Actividades realizadas para dar recomendaciones en la gestión integrada en Bahía Salinas.....	64
Conclusiones.....	69
Referencias .....	71
Páginas de internet consultadas .....	78
Apéndice A .....	80
Apéndice B.....	82
Apéndice C.....	91
Apéndice D .....	106

## **Resumen:**

La comunidad de El Jobo es una zona dedicada de forma exclusiva a la pesca artesanal. No obstante, presenta capturas por unidad de esfuerzo muy bajas durante todo el año, a pesar de mostrar un afloramiento costero que inicia en el mes de diciembre. Se observó que existe un desequilibrio en las poblaciones de peces capturados que además se agrava por la presión social, por la falta de opciones de empleo y el bajo ingreso económico producto de la pesca.

En Bahía Salinas se da un afloramiento costero estacional con una máxima intensidad entre marzo y abril, lo que provoca un cambio, tanto, en la composición, como en la abundancia del fitoplancton marino. En la época de afloramiento, se da un aumento en el abundancia de las especies, principalmente diatomeas (diatomeas 3000 células/litro, dinoflagelados 577 células/litro), mientras que en la época de no afloramiento, la abundancia de especies disminuye y son los dinoflagelados las especies predominantes (diatomeas 714 células/litro, dinoflagelados 1200 células/litro).

En Costa Rica se ha observado desde la década del 2000, un aumento en la frecuencia y duración de las floraciones algales nocivas (FANs). Éstas se han presentado a lo largo de la costa pacífica costarricense, incluyendo Bahía Salinas, resultando en pérdidas económicas para los pescadores artesanales.

El bajo nivel de escolaridad, la escasez de opciones de empleo y la poca inversión económica en Bahía Salinas, lleva a que la gran mayoría de familias dependan exclusivamente de la pesca como fuente de ingreso económico. Sin embargo, al no existir una regulación constante del recurso pesquero en la zona, se ha dado un problema de sobreexplotación pesquera, siendo este el principal factor que afecta este recurso, lo que ha resultado en detrimento económico y social en la población.

El siguiente modelo se sugiere que se implemente en Bahía Salinas, para contribuir al mejoramiento de los recursos marinos, lo cual tendrá un beneficio económico y social para los pescadores. Primero, debe determinarse los principales actores en la comunidad, es necesario definir los intereses de estos para llegar a acuerdos. Segundo, favorecer la búsqueda de soluciones que mitiguen los efectos generados por la actividad pesquera; además, darles seguimiento a las actuaciones a largo plazo para evaluar los resultados de las decisiones tomadas. Tercero, establecer soluciones que mejoren las condiciones a una escala ecosistémica. Un ejemplo son las áreas marinas para la pesca responsable, es una herramienta que se está implementando en sitios como el pacífico sur de nuestro país, con resultados hasta ahora muy positivos a nivel ecológico y social.

## Lista de Cuadros

**Cuadro 1:** Análisis de varianza para los valores de clorofila *a*, según fecha, sitio y profundidad.

**Cuadro 2:** Análisis de varianza para los valores de fosfatos, según fecha, sitio y profundidad.

**Cuadro 3.** Lista de géneros de dinoflagelados y diatomeas identificadas en los meses de muestreo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Cuadro 4.** Especies de peces capturadas, durante los meses de muestreo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Cuadro 5.** Captura por unidad de esfuerzo total en tiempo (horas) y área (m<sup>2</sup>), Bahía Salinas, Guanacaste.

**Cuadro 6.** Captura por unidad de esfuerzo *Lutjanus argentiventris*, en tiempo (h) y área (m<sup>2</sup>), Bahía Salinas, Guanacaste.

**Cuadro 7.** Captura por unidad de esfuerzo *Lutjanus guttatus*, en tiempo (h) y área (m<sup>2</sup>), Bahía Salinas, Guanacaste.

**Cuadro 8.** Captura por unidad de esfuerzo *Lutjanus peru*, en tiempo (h) y área (m<sup>2</sup>), Bahía Salinas, Guanacaste.



## Lista de Figuras

**Figura 1.** Ubicación de los sitios de muestreo, para los datos de captura, fitoplancton y nutrimentos, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 2.** Valores de profundidad de la penetración de la luz en los cuatros sitios de muestreo, durante las seis fechas, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 3.** Valores de clorofila *a* (mg/m<sup>3</sup>) por fecha, sitio y profundidad, Bahía Salinas, Guanacaste. Código: 11= Sitio 1, Muestreo 1, mayo 2010; 22= Sitio 2, Muestreo 2, junio 2010.

**Figura 4.** Valores de fosfatos (μmol/L) por fecha, sitio y profundidad, Bahía Salinas, Guanacaste. Código: 11= Sitio 1, Muestreo 1, mayo 2010; 22= Sitio 2, Muestreo 2, junio 2010.

**Figura 5.** Gráfico de dispersión de clorofila *a* contra fosfatos, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 6.** Contorno de salinidad (UPS) en el Sitio 1, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 7.** Contorno de temperatura (°C) en el Sitio 1, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 8.** Salinidad (UPS) en el Sitio 2, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 9.** Temperatura (°C) en el Sitio 2, Bahía Salinas Guanacaste.

**Figura 10.** Salinidad (UPS) en el Sitio 3, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 11.** Temperatura (°C) en el Sitio 3, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 12.** Salinidad (UPS) en el Sitio 4, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 13.** Temperatura (°C) en el Sitio 4, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 14.** Porcentaje de diatomeas y dinoflagelados durante los meses de muestreo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 15.** Abundancia de diatomeas en las dos profundidades estudiadas, durante los meses de muestreo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 16.** Abundancia de dinoflagelados en las dos profundidades estudiadas, durante los meses de muestreo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 17.** Dendrograma de abundancia de fitoplancton, por fecha, sitio y profundidad, Bahía Salinas, Guanacaste (primer número corresponde al sitio, segundo número representa la fecha de muestreo, S: superficie, M: 15 m).

**Figura 18.** Dendrograma de presencia y ausencia de géneros de fitoplancton, por fecha y sitio, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 19.** Diatomeas. A. ML de *Pleurosigma* sp. B. ML de *Guinardia* sp. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 20.** Diferentes especies del género *Chaetoceros*. A. Micrografía MEB; B, C. ML. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 21.** A. ML de *Cochlodinium* cf. *polykrikoides*. B. ML de *Alexandrium* cf. *monilatum*. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 22.** Micrografía MEB de *Ceratium furca*. B. ML. de *Ceratium* sp. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 23.** Relación longitud-peso de *Lutjanus argentiventris* en Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 24.** Relación longitud-peso de *Lutjanus guttatus* en Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 25.** Relación longitud-peso *Lutjanus peru* en Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 26.** Longitudes totales de las especies de *Lutjanus*, capturados durante los meses de muestreo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 27.** Longitudes totales de *L. argentiventris*, *L. peru* y *L. guttatus* capturados durante los meses de muestreo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 28.** Relación entre longitud total y longitud estándar, para el género *Lutjanus*, durante los meses de muestreo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 29.** Capturas totales (Kg) por años en la provincia de Guanacaste. Fuente: INCOPECA.

**Figura 30.** Porcentaje de jefe de familia por sexo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 31.** Porcentaje de profesiones de los jefes de familia, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 32.** Nivel de escolaridad de los jefes de familia, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 33.** Nivel de escolaridad de los cónyuges, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 34.** Tipo de vivienda de las familias entrevistadas, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 35.** Tipo de materiales de las paredes exteriores de las casas de las familias entrevistadas, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 36.** Factores a los que puede deber la disminución en la cantidad de peces capturados, según los entrevistados, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 37.** Tipo de arte utilizado por los pescadores entrevistados, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 38.** Tipo de solución que prefieren los pescadores entrevistados, para cuando se presenta las FANs, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 39.** Estudiantes de la Escuela Gil Tablada Corea que participaron en la charla, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 40.** Material utilizado en la charla a los estudiantes de II Ciclo de la Escuela Gil Tablada Corea, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 41.** Actividades realizadas con los estudiantes de la Escuela Gil Tablada Corea, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 42.** Observación al estereoscopio de los estudiantes de la Escuela Gil Tablada Corea, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 43.** Primera capacitación realizada a los pescadores de la comunidad, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 44.** Observación mediante microscopía de luz, de muestras planctónicas por parte de los asistentes a la capacitación, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Figura 45.** Segunda charla realizada con los pescadores de El Jobo, Bahía Salinas, Guanacaste.

## Lista de abreviaturas

CPUE (t)	Captura por unidad de esfuerzo en horas
CPUE (a)	Captura por unidad de esfuerzo por área
FANs	Floraciones algales nocivas
GN	Golfo de Nicoya
GP	Golfo de Papagayo
INCOPESCA	Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
MEB	Microscopio electrónico de barrido
ML	Microscopía de luz

## Lista de Láminas

**Lámina 1.** Trabajo de campo en la obtención de datos de temperatura y salinidad. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 2.** Trabajo de campo en la determinación de las especies de peces más capturadas, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 3.** Recolección de los peces capturados durante las fechas de muestreo, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 4.** ML de *Alexandrium cf. monilatum*, presente en Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 5.** Micrografías de *Ceratium furca*. A. MEB. B. ML. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 6.** ML de *Cochlodinium cf. polykrikoides*, presente en Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 7.** Dinoflagelados del género *Dinophysis*. A. Micrografía MEB de *Dinophysis* sp. B. ML de *Dinophysis caudata*, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 8.** A. Micrografía MEB de *Podolampas* sp., B. Micrografía MEB de *Protoperidinium* sp. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 9.** Dinoflagelado del género *Prorocentrum* sp. A. Micrografía MEB. B. ML. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 10.** Dinoflagelado *Prorocentrum cf. gracile*. A. Micrografía MEB. B. ML. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 11.** A. Micrografía MEB de *Asteromphalus* sp., B. Micrografía MEB de *Chaetoceros* sp., Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 12.** Diatomeas. A. ML de *Guinardia* sp. B. Micrografía MEB de *Planktoniella sol*, Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 13.** ML de *Pleurosigma* sp., Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 14.** Diatomea del género *Skeletonema* sp. A. Micrografía MEB, B. ML. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 15.** A. *Ephinephelus* sp. B. *Lutjanus argentiventris*. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 16.** A. *Lutjanus guttatus*. B. *Lutjanus peru*. Bahía Salinas, Guanacaste.

**Lámina 17.** A. *Pristigenys serrula*. B. *Scarus cf. perrico*. Bahía Salinas, Guanacaste.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP Sistema de  
Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Delia María Zavala Álvarez, con cédula de identidad 1-1210-0632, en mi condición de autor del TFG titulado Pesca Artesanal en Bahía Salinas, Guanacaste: Factores Ambientales y Socioeconómicos Relevantes para su Gestión

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

*Delia Zavala A.*  
FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

## Introducción

La luz es uno de los factores abióticos más importantes para el desarrollo de los productores primarios. En las zonas costeras esta sólo penetra unos cuantos metros y es en la zona eufótica donde se encuentran la gran mayoría de los organismos autótrofos. Generalmente, las aguas superficiales son más cálidas y como menciona Chávez y colaboradores (2008), al existir una diferencia en temperatura, el cuerpo de agua se va estratificando y llega a formar la termoclina, generando diferentes ambientes dentro del mismo. La salinidad es otro factor importante en la formación de diferentes masas de agua. Cuando estas presentan una alta salinidad y baja temperatura, tienen una mayor densidad y se hunde, estableciendo otro tipo de estratificación, la haloclina.

Las corrientes oceánicas son generadas principalmente por fuerzas en la superficie que están relacionadas por transferencias de calor y humedad con la atmósfera y por los vientos. Son las corrientes oceánicas, junto con otros factores como lluvias y vientos, las encargadas de generar fuerzas en la superficie, lo que promueve la ruptura de la estratificación.

Bahía Salinas, está ubicado en el Pacífico Norte de Costa Rica. Es una bahía que presenta características de afloramiento costero (Jiménez 2001, Sibaja-Cordero & Cortés 2008); razón por la cual, la dinámica desarrollada es muy diferente a la que puede presentarse en otras zonas costeras de nuestro país. En zonas de afloramiento, se da una alta productividad primaria en ciertas épocas del año. Los vientos al soplar paralelos a la costa producen un movimiento de las aguas costeras hacia el mar abierto, lo que provoca que las aguas frías y ricas en nutrimentos del fondo marino surjan hacia la zona eufótica, rompiéndose así la estratificación de la columna de agua (Gaxiola 2002, Criales-Hernández *et al.* 2006).



Autores como Margalef (1978 a, b) menciona que los ecosistemas de afloramiento son otra clase distinta de ecosistemas marinos, ya que al darse un aumento en la concentración de nutrientes, favorecerá el aumento de las poblaciones planctónicas. En zonas de afloramiento, el pico de nutrimentos se da principalmente entre marzo y abril, generando cambios de biomasa, composición de las especies de microalgas y en la productividad primaria (Brink 1985). El aumento en la abundancia de organismos genera una mayor disponibilidad de alimento para las especies de peces herbívoros y por ende, meses después, esto se traduce en mayor alimento para los peces carnívoros. Esta dinámica desarrollada, en países como Perú y Honduras, disminuye el esfuerzo pesquero, al aumentar considerablemente la captura diaria en los meses posteriores al afloramiento (Criales –Hernández *et al.* 2006).

Diversos estudios acerca de la dinámica de las especies de fitoplancton (Varona-Cordero & Gutiérrez 2003, Van *et al.* 2009) hacen referencia a que la concentración de nutrimentos es un factor clave para determinar las especies de microalgas en ambientes marinos. Para un buen desarrollo, es necesaria una cantidad suficiente de nitrógeno, fósforo, y otros elementos como silicio y hierro, (Cole & Cloern 1987), y cuando las condiciones son más oligotróficas, son los dinoflagelados las especies que mejor se adaptan a estos ambientes. Al existir una fluctuación poblacional, se evidencia la capacidad de estos grupos de adaptarse a las condiciones de luz, salinidad y nutrimentos disponibles en las zonas costeras. En zonas con afloramiento, las diatomeas van a ser las más abundantes de diciembre a abril, mientras que, los dinoflagelados van a tener su máxima abundancia de mayo a noviembre. Esta variación coincide, con los cambios de nutrimentos que se dan durante el año, variando los porcentajes de abundancia, así como la composición taxonómica de las especies, ya que aumenta considerablemente el número de especies de diatomeas durante los meses de afloramiento (Alonso-Rodríguez 2004).

Cuando aumenta la cantidad de dinoflagelados, es muy común que se den explosiones poblacionales o " floraciones " de microalgas en las zonas marino-costeras, con el peligro de que sean del tipo de las floraciones algales nocivas que se presentan comúnmente en áreas subtropicales y tropicales (Viquez & Hargraves 1995, Morales *et al.* 2001). Estas floraciones suelen ser producidas por dinoflagelados, no obstante, también grupos como diatomeas, prymnesiofíceas, rafidofíceas y pueden generar las FANs (Alonso-Rodríguez 2004).

Las floraciones algales nocivas (FANs) son fenómenos que pueden causar impactos en los ecosistemas, provocando en ocasiones efectos adversos en la salud humana y detrimento económicos y sociales (Vargas-Montero & Freer 2004a). Estas, son nocivas cuando las especies involucradas producen algún impacto en el ecosistema ya que no sólo las especies que producen toxinas pueden formar proliferaciones algales nocivas (Trainer *et al.* 2000). Estas pueden ocasionar la muerte de calamares y bivalvos como también el envenenamiento o muerte de seres humanos, mamíferos marinos, aves marinas y peces (Méndez 2006).

En Costa Rica se ha observado desde la década de 1980, un aumento en la frecuencia y duración de los eventos capaces de producir FANs (Vargas *et al.* 2008). Como mencionan Vargas-Montero & Freer (2002), se sabe poco sobre la dinámica de estos eventos y especialmente sobre las especies de microalgas que los producen y el daño que estas pueden causar a los ecosistemas costeros.

Las floraciones, cuando son nocivas son un problema multisectorial, debido a que afecta la salud pública, aspectos sociales, culturales y económicos (Williams & Perez-Corral 2000). Es un problema de salud pública porque está en riesgo la vida humana (Vargas-Montero & Freer 2002); están presentes los aspectos culturales y sociales porque impacta fuertemente en las costumbres, alimentación y hábitos de conducta de los habitantes en donde se presenta la FANs. Además, tiene impactos económicos debido a que repercute sobre una

parte del sector turístico y sobre cientos de pescadores artesanales, que abastecen tanto el mercado nacional como internacional, afectando el empleo y el desarrollo de los poblados (Bauer 2006).

Debido a estos cambios en la dinámica de la población fitoplanctónica, la pesca también puede verse afectada de manera positiva. Cuando aumenta la cantidad de diatomeas, esto se traduce en mayor disposición de alimento para las especies herbívoras, y por consiguiente, al darse mayor cantidad de consumidores primarios, consumidores secundarios, como especies de la familia Lutjanidae, tendrán también una mayor cantidad de alimento disponible, meses después del periodo de afloramiento. En países como Perú, con un sistema de afloramiento, aumenta considerablemente la cantidad de peces capturados meses después del aumento de nutrimentos en el mar (Quispe *et al.* 2010) Este aumento en la captura, mejora las condiciones económicas de los pobladores de las zonas costeras.

Aunque no todos los ambientes marino-costeros presentan condiciones de afloramiento, son muchas las familias que se dedican a la pesca a lo largo de las zonas costeras. Alrededor de una sexta parte de la población mundial vive en estas zonas, y es dependiente de los recursos marinos. Por esta razón, son muchas las familias que dependen económicamente de la pesca artesanal. Las capturas a nivel mundial han ido en detrimento, dejando pérdidas anuales de \$ 50 millones, generando problemas entre todos los sectores involucrados (Chaves 2012).

La costa del Pacífico costarricense tiene una extensión de 1,016 kilómetros. Posee tres importantes golfos, siendo el Golfo de Papagayo el tercero en extensión en el país. Debido a esto, la actividad pesquera costarricense se ha desarrollado de manera que ha podido satisfacer necesidades locales, nacionales, estableciendo una economía local con base en estos recursos (Fonseca 2006). Según datos de INCOPECA, Guanacaste, pasó de tener una

captura de 14 549 999 toneladas en el año 2001 a 4 179 180 en el 2009, por lo que se nota claramente que también nuestro país presenta un problema de disminución en las capturas, afectando la economía de las familias dependientes del recurso ([www.incopesc.org](http://www.incopesc.org)).

Entre las especies más capturadas en Costa Rica, encontramos especies de las familias Lutjanidae, Sciaenidae, Scombridae y Haemulidae (Guzmán-Mora & Molina-Ureña 2007, Soto-Rojas *et al.* 2009), todas con hábitos alimenticios y hábitats diferentes. En el caso de Bahía Salinas, las poblaciones de *Lutjanus peru* y *L. guttatus*, son las especies más capturadas, por lo que conocer la biología de estas especies resulta importante para determinar la dinámica de la población. Hace falta realizar estudios para conocer la dinámica poblacional de los lutjánidos (Santamaría-Miranda *et al.* 2003). En Costa Rica, se han realizado estudios de la familia Lutjanidae en el Golfo Dulce y el Golfo de Nicoya (Guzmán-Mora & Molina-Ureña 2007, Soto-Rojas *et al.* 2009), pero no se conoce la dinámica de estas especies en el Golfo de Papagayo, por ser una zona con condiciones muy diferentes a las que presentan los otros dos golfos.

En el Golfo de Nicoya, en los últimos años se ha presentado una fuerte presión sobre el recurso. El mercado genera una alta demanda, lo que resulta en una alta explotación del recurso, por lo que se han establecido restricciones para la extracción. No obstante, no sólo una fuerte demanda afecta el stock pesquero. Aspectos como contaminación del mar y de ríos, el aumento de las FANs, destrucción de zonas de manglar, también tienen que ser considerados en los problemas de disminución en la captura de especies de importancia comercial (Fernández *et al.* 2006). Estos factores podrían extrapolarse al Golfo de Papagayo, ya que también presenta problemas de sobreexplotación de recurso, aunque no hay información acerca de las condiciones de la pesca artesanal en la zona.

Como se mencionó anteriormente, en las zonas costeras la pesca artesanal es una de las principales fuentes de ingresos y al haber una sobreexplotación del recurso pesquero, se ha reducido considerablemente la cantidad de organismos capturados, provocando un empobrecimiento de las comunidades. Esto aunado a la pesca industrial, contaminación y cambio climático, han sido factores determinantes para que cada vez la unidad de esfuerzo pesquero sea mayor, dejando como resultado una disminución en los ingresos económicos de los pescadores artesanales (Espinoza & Nielsen 2006).

Bahía Salinas, al igual que muchas zonas costeras, aparte de los problemas mencionados en el párrafo anterior, presenta condiciones socioeconómicas que los hacen depender en su gran mayoría del recurso pesquero. En las zonas costeras, es común encontrar familias nucleares, en las cuáles el jefe de familia suele ser un hombre y de él dependen los aspectos económicos, mientras las mujeres son las encargadas del hogar. Por otro lado, la baja escolaridad y la falta de opciones de empleo obligan a las personas a optar por la pesca como su principal fuente de ingresos, ya que no existen otras opciones laborales en zonas alejadas del Valle Central.

Estas presiones hacen que el Manejo Costero Integrado sea muy necesario en la zona, en donde se pueda buscar modelos más equilibrados, en cuanto al desarrollo social, económico y ambiental. Primero es necesario identificar los actores que integran la problemática, para establecer líneas de base que involucren a la comunidad, Academia y el Gobierno, evaluar los resultados y así desarrollar una solución eficaz a los problemas de los habitantes de El Jobo (Barragán 2012).

Estrategias como las desarrolladas por los pescadores en Tárcoles (CoopeSoliDar R.L. 2008), es un aliento de que existe una alternativa para que la situación en la Bahía mejore. El desarrollo de un código de pesca responsable, en donde sean los pescadores los principales autores en la ejecución del

proyecto, es una buena herramienta si se desarrolla en forma conjunta con las áreas marinas de pesca responsable, ya que puede asegurar la sostenibilidad del recurso, sin dejar desprotegida a la comunidad de El Jobo.

Al existir tantos factores que inciden sobre las especies de importancia comercial, esto se traduce en un detrimento en las condiciones socioeconómicas de los pobladores de las zonas costeras, principalmente en los habitantes de El Jobo, es por ello que se considera necesario, estudiar los factores físico-químicos, las poblaciones de fitoplancton marino, las FANs que se hayan presentado en la época de estudio, las especies más capturadas, así como las condiciones socioeconómicas de los pobladores; para analizar cuáles aspectos son los que inciden en que no haya un mayor desarrollo de la pesca, meses después del período del afloramiento costero. Al generar esta línea de base, se pueden establecer alternativas para la gestión en la zona y mejorar la calidad ambiental y social de la Bahía.

## **Objetivo General**

Analizar el efecto de los factores ambientales y socioeconómicos, en la pesca artesanal en Bahía Salinas, Guanacaste, Costa Rica, estableciendo sugerencias para su gestión.

## **Objetivos Específicos**

1. Determinar factores físico-químicos en cuatro sitios de muestreo y correlacionar estos datos con los cambios ambientales en la época de afloramiento costero.
2. Identificar las principales especies fitoplanctónicas presentes en los sitios de muestreo y su cambio poblacional durante la época de afloramiento.
3. Determinar las especies y sus porcentajes de abundancia de los peces más capturados así como, calcular sus capturas por unidad de esfuerzo, durante los meses de muestreo.
4. Identificar las principales características sociales de la población del Jobo.
5. Analizar los aspectos sociales y económicos asociados a la pesca artesanal en Bahía Salinas.
6. Proponer sugerencias a partir de los resultados obtenidos que sirvan como base para la gestión integrada en la zona.

## **Materiales y Métodos**

### **1. Descripción del sitio de estudio**

Bahía Salinas se encuentra en el Pacífico Norte de Costa Rica, 11°00'-11°03'N; 85°42'-85°46'W, (Sibaja-Cordero & Cortés 2008). Es una zona tropical seca, con una precipitación anual promedio de 1978 mm y una temperatura 24,5 C° (Zamora-Trejos & Cortés 2009). Hay un sistema de afloramiento costero estacional, donde los fuertes vientos van desde diciembre hasta abril, generan una mayor disponibilidad de nutrientes provenientes de las aguas frías y profundas.

Se tomaron datos físico-químicos, así como muestras de diatomeas y dinoflagelados durante los meses de muestreo. También se obtuvieron datos de las especies de peces capturadas, además de la realización de entrevistas a diferentes pobladores de la zona para poder establecer las condiciones socioeconómicas de la comunidad. A continuación se detalla el procedimiento en cada uno de los factores estudiados.

### **2. Muestreo de datos físico-químicos**

#### **2.1 Toma de muestras**

Primero se realizó una visita al pueblo El Jobo en Bahía Salinas para entablar conversaciones con los pescadores y determinar cuáles son los cuatro sitios de mayor actividad pesquera en la zona y así seleccionar los sitios de muestreo. Las muestras fueron colectadas en Bahía Salinas, durante mayo, junio, agosto, octubre y diciembre 2010 y febrero 2011, en los cuatro sitios determinados (Fig. 1).

En los sitios escogidos para el estudio del fitoplancton, se tomaron muestras en la superficie y a 15 m de profundidad utilizando una botella Niskin con una capacidad de 5 L de la cual se trasvasó una muestra a una botella de 500 ml conteniendo lugol ácido para su preservación. También se realizó un arrastre



horizontal por cinco minutos con una red de 20  $\mu\text{m}$ , los cuáles se preservaron en paraformaldehído al 2,5% en botellas de 125 ml. En el laboratorio primero las muestras se dejaron en reposo por varios días y posteriormente fueron decantadas hasta un volumen de 10 ml para finalmente ser almacenadas en viales.

En el campo se midió el oxígeno disuelto y temperatura utilizando un sensor YSI modelo 57, salinidad con un refractómetro Reichert y profundidad de penetración de la luz utilizando un disco de Secchi. Se recolectaron muestras de agua para determinar los nutrientes y clorofila *a*, utilizando el protocolo establecido por Strickland y Parsons (1972).

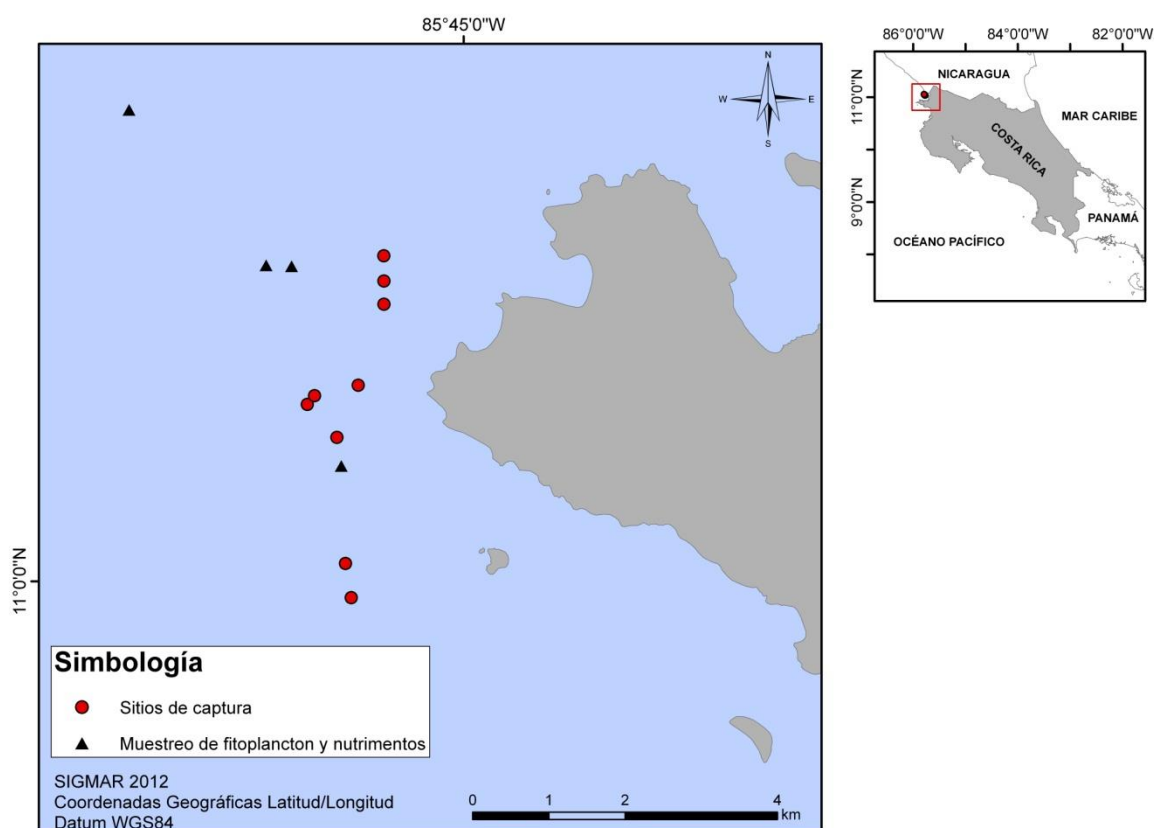


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo, para los datos de captura, fitoplancton y nutrientes, Bahía Salinas, Guanacaste.

### **3. Muestreo e identificación de especies de fitoplancton**

#### **3.1 Microscopía de luz (ML)**

Para las micrografías de luz se utilizó un microscopio de objetivos invertidos con contraste de fases Olympus modelo IX-51, equipado con una cámara digital Olympus DP-71. Esto es necesario para tener una idea preliminar de los grupos que se encuentran presentes en la muestra y si es posible llegar a nivel de género en algunos de los individuos. Para ello, se colocó unas gotas de la muestra en un portaobjetos para su revisión con un aumento del lente objetivo de 100x.

#### **3.2 Procesamiento para Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)**

##### **3.2.1 Gradientes de sucrosa**

Debido a que en las muestras de agua, aparte de las microalgas también está presente materia orgánica y otros grupos taxonómicos como zooplancton, esto hace que a la hora de la obtención de la imagen en el microscopio electrónico no sea la más apropiada debido al exceso de otro contenido presente en la muestra. Es por esto, que se realizaron gradientes de sucrosa del 20 y 60% en un mismo tubo de ensayo, para separar las especies de fitoplancton del resto de la materia orgánica no deseada. Para esto se colocó 1 ml de muestra por la pared del tubo de ensayo marca Hitachi número 457438, se dejó reposar durante 2 minutos; estos especímenes fueron procesados como se explica a continuación.

##### **3.2.2 Lavado con detergente y montaje para observación**

Para la observación con el microscopio electrónico de barrido, se utilizó cubreobjetos y filtros de nitrato de celulosa de 0.45  $\mu\text{m}$ . Los cubreobjetos se encontraban previamente en una solución sulfocrómica (solución de ácido sulfúrico, 25 al 30% v/v y dicromato de sodio o potasio, 5%-10% p/v), para eliminar el exceso de grasa, luego fueron pasados por un mechero para eliminar cualquier resto de grasa. Posteriormente se colocó 1 ml de la muestra en un

tubo Ependorf® y se le agregó 40 µl de una mezcla de detergente Triton X-100 J.T. Baker, para limpiar el material orgánico de las microalgas, luego se agitó durante 10 minutos y se procedió a eliminar el detergente haciendo varios lavados con agua destilada utilizando una centrífuga para Ependorf® modelo 5415C.

Se recubrieron los cubreobjetos con una solución de poli-L-lisina y se dejaron a 4°C por 30 minutos. Pasado este tiempo, se eliminó el exceso de poli-L-lisina con agua destilada y se le agregó gotas de la muestra ya lavada sobre el cubreobjetos y que se mantuvo durante media hora a 4°C. Después, se eliminó el excedente de la muestra con lavados de agua destilada y se colocó en una estufa a 60°C para que la muestra se seque. Una vez que las muestras se secan, se pegaron en una base de aluminio con una cinta adhesiva doble cara de carbón y se les colocó pequeñas porciones de pintura de plata para aumentar la conductividad. Por último, las muestras se recubrieron con 40 nm de grosor de oro-paladio en un cobertor iónico IB-3 por un tiempo de cinco minutos.

Una vez terminado este procesamiento, las muestras estuvieron listas para su observación y captura fotográfica con el microscopio electrónico de barrido Hitachi S-570. Las micrografías de los diferentes rasgos diagnósticos se tomaron con una cámara digital Pentax a diferentes aumentos.

#### **4. Determinación de las especies de peces más capturadas**

Para determinar las especies que más se pescan en la zona se realizaron cuatro giras de campo, durante mayo, agosto, diciembre y febrero del 2011, cuando los pescadores salían a trabajar. Se identificaron las especies directamente en el campo, cuando hubo dudas se colectó un espécimen para su identificación posterior mediante el uso de la clave de Bussing y López (1993). En cada captura se tomó el tiempo de los trasmallos en el agua, extensión de los

trasmallos, así como las medidas de peso (sin desviscerar) y morfométricas de longitud total, longitud estándar y longitud de horquilla.

## **5. Muestreo Social y Económico**

En la parte de actividades metodológicas sociales, se capacitó por medio de dos talleres a los habitantes de la zona en el protocolo de como coleccionar muestras y sobre el concepto de floraciones algales nocivas y sus efectos tanto, ecológicos como económicos. También se realizaron dinámicas con los estudiantes de II Ciclo de la Escuela Gil Tablada Corea, acerca de las características ecológicas asociadas con la pesca y en cuáles factores pueden incidir en el desarrollo de las especies.

Se aplicó encuestas semi-estructuradas, en donde se realizó un perfil socio-económico de las familias, y acerca de los impactos de las FANs en la actividad pesquera como tal, cuanto les afecta económicamente y el tiempo de período de recuperación. Por último, se realizaron reuniones con informantes claves para determinar las condiciones actuales del recurso pesquero.

## **6. Análisis estadístico**

Se realizó gráficos de barras, de dispersión y un análisis de varianza, para determinar cómo variaron los datos de clorofila a y fosfatos, en las diferentes fechas y sitios de muestreo. Utilizando el programa surfer, se analizaron los datos físico-químicos de acuerdo con la profundidad, para observar cambios por sitios en los meses de muestreo.

Se determinó la lista de especies encontradas durante los meses de estudio como también los porcentajes de abundancia de las diatomeas y los dinoflagelados. Además, mediante un análisis de conglomerado, se estableció la relación de los porcentajes con variables como profundidad y salinidad.

Para los datos de pesca, se identificaron las especies más capturadas, y se determinó las unidades de captura por unidad de esfuerzo en metros

cuadrados y en horas; además de regresiones para analizar las relaciones en cuanto a la longitud. Por último, se estableció relaciones entre el peso y las diferentes longitudes, para estimar el crecimiento de las especies más importantes.

Para los resultados de la parte económica y social, se realizó un estudio cualitativo a partir de los talleres realizados y de las conversaciones establecidas con los informantes claves de la zona, mientras que en la parte cuantitativa, se elaboraron gráficos de pastel y de barras a partir de la información obtenida por de las 30 familias encuestadas.

## Resultados

### 1. Descripción de los parámetros físico-químicos, asociados al afloramiento costero

Durante las seis fechas del muestreo, se obtuvo una penetración de la luz que osciló desde 4 m en diciembre 2010, hasta 15 m en agosto 2010. Además, que los mayores valores de penetración de la luz se presentaron en los Sitios 3 y 4 (Fig. 2).

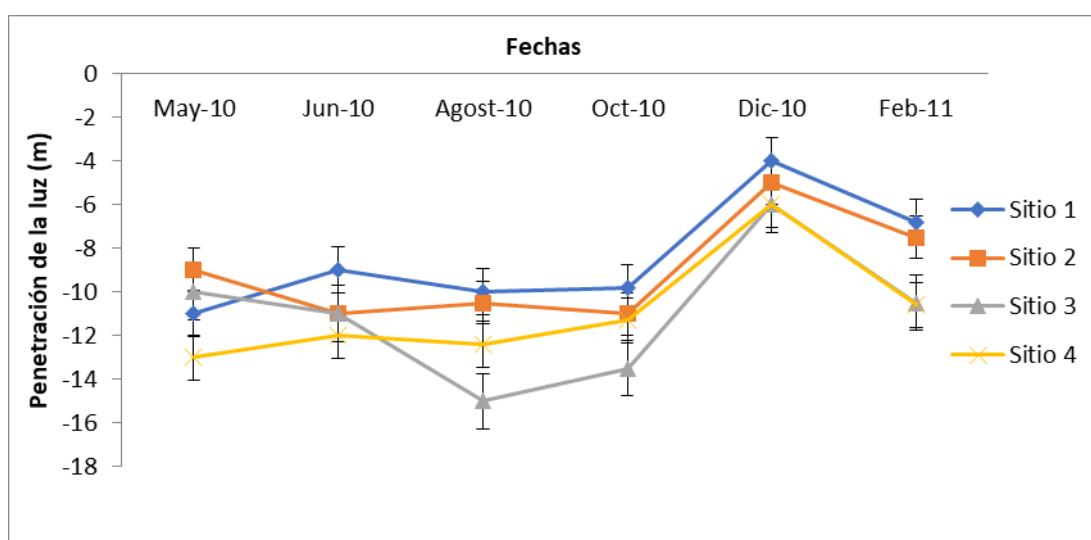


Figura 2. Valores de profundidad de la penetración de la luz en los cuatros sitios de muestreo, durante las seis fechas, Bahía Salinas, Guanacaste.

Los valores de concentración de clorofila *a*, tanto en la superficie, como a 15 m de profundidad se mantuvieron por debajo de 1 mg/m<sup>3</sup> de mayo hasta octubre, mientras que de diciembre a febrero, se obtuvieron los valores más altos, superando los 4 mg/m<sup>3</sup> (Fig. 3).

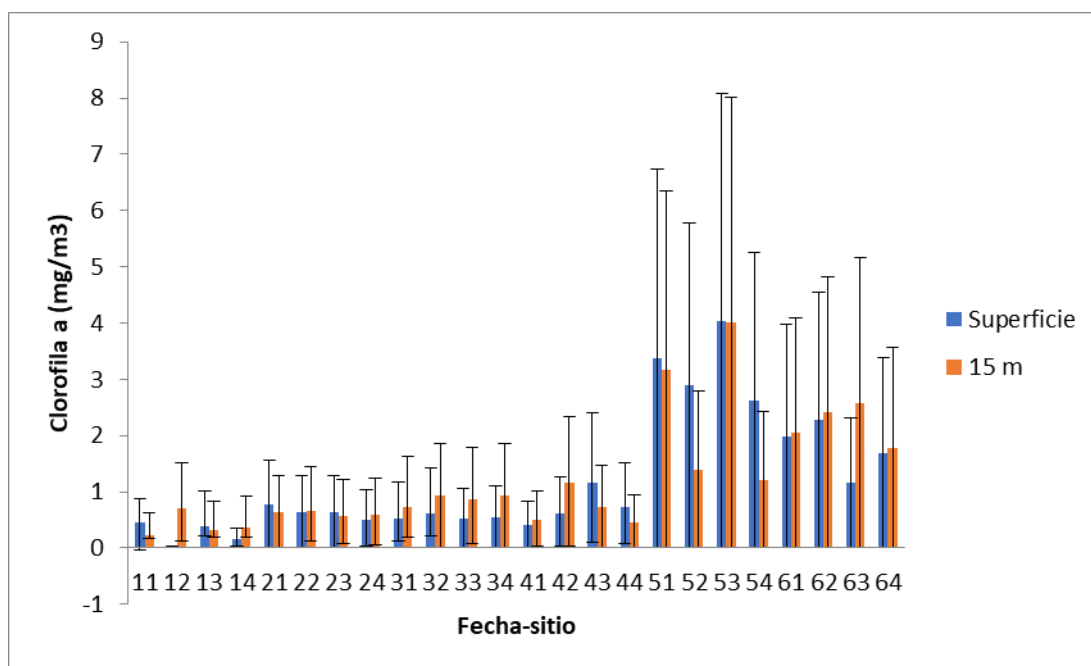


Figura 3. Valores de clorofila *a* (mg/m<sup>3</sup>) por fecha, sitio y profundidad, Bahía Salinas, Guanacaste. Código: 11= Sitio 1, Muestreo 1, mayo 2010; 22= Sitio 2, Muestreo 2, junio 2010.

Los valores más bajos en la concentración de fosfatos se presentan en junio, agosto y octubre, seguidos por mayo (Fig. 4). Los datos más altos de fosfatos se dieron en diciembre 2010 y febrero 2011; donde el valor más alto fue en febrero en el sitio 2 con un valor de 1,33 $\mu$ mol/L.

Los valores de clorofila y fosfatos variaron de una forma similar durante la época de estudio, ya que se formaron dos grupos de datos. En los primeros meses de muestreo se presentaron bajos valores de clorofila y fosfatos; mientras que en diciembre y febrero, los valores para ambos casos fueron los más altos. No obstante, el bajo valor de  $R^2$ , denota que tanto la clorofila como el fosfato, no tienen una relación lineal (Fig. 5).

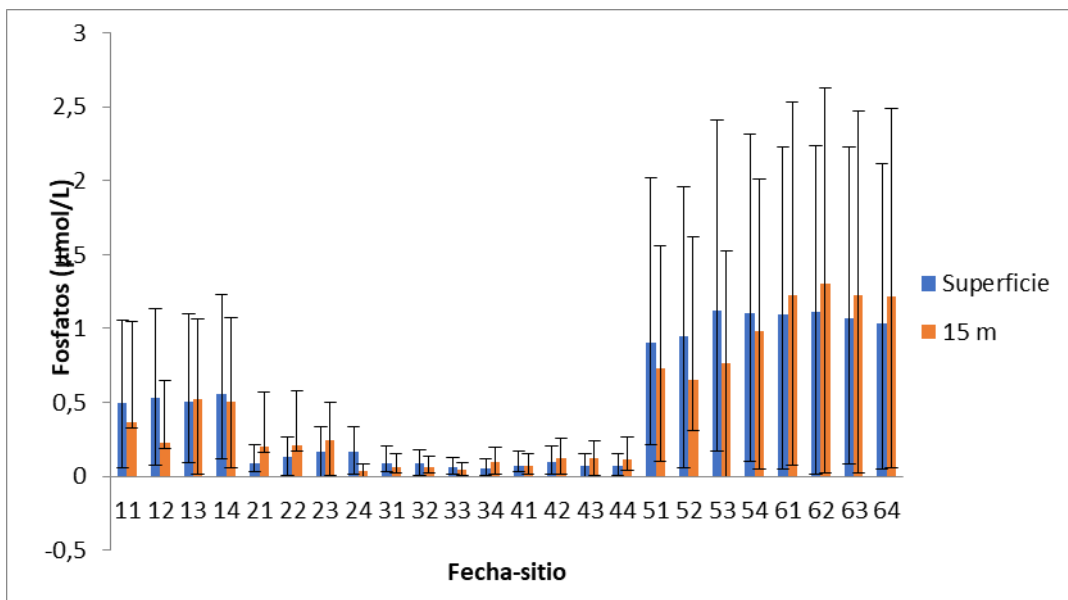


Figura 4. Valores de fosfatos ( $\mu\text{mol/L}$ ) por fecha, sitio y profundidad, Bahía Salinas, Guanacaste. Código: 11= Sitio 1, Muestreo 1, mayo 2010; 22= Sitio 2, Muestreo 2, junio 2010.

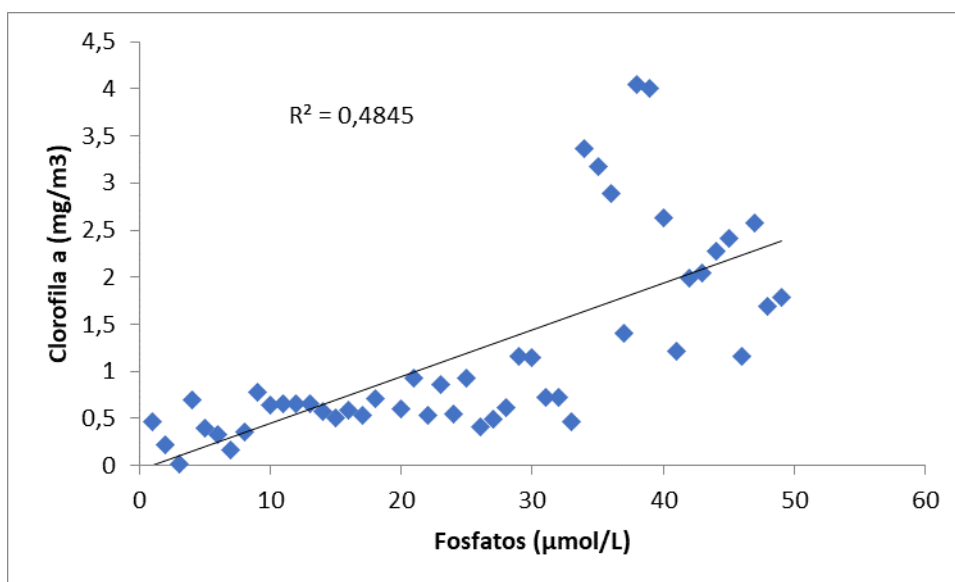


Figura 5. Gráfico de dispersión de clorofila *a* contra fosfatos, Bahía Salinas, Guanacaste.

La fecha es la única variable significativa ( $p= 1,742E^{-12}$ ,  $\alpha= 0,05$ ) para explicar la variación en la concentración de clorofila *a* (Cuadro 1). La misma situación se presentó con el fosfato, sólo la fecha dio significativamente; es



decir, es la época del año la que explica la variabilidad de los resultados obtenidos ( $p=4,083E^{-10}$ ,  $\alpha= 0,05$ ) (Cuadro 2).

Cuadro 1: Análisis de varianza para los valores de clorofila *a*, según fecha, sitio y profundidad.

Análisis de la varianza

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Clorofila <i>a</i>	48	0,81	0,76	41,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	41,3289	9	4,5921	17,732727	4,659E-11
Fecha	40,450746	5	8,0901493	31,240699	1,742E-12
Sitio	0,8672415	3	0,2890805	1,1163053	0,354527
Profundidad	0,0109118	1	0,0109118	0,0421367	0,8384552
Error	9,8405504	38	0,2589619		
Total	51,16945	47			

Cuadro 2: Análisis de varianza para los valores de fosfatos, según fecha, sitio y profundidad.

Análisis de la varianza

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Fosfatos	48	0,93	0,91	30,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,6994438	9	0,8554938	52,747919	<0,0001
Fecha	7,5749854	5	1,5149971	93,411488	<0,0001
Sitio	0,1133563	3	0,0377854	2,3297682	0,089734
Profundidad	0,0111021	1	0,0111021	0,6845308	0,4131966
Error	0,6163042	38	0,0162185		
Total	8,3157479	47			

El Sitio 1 que es el más cercano al continente, los valores de salinidad concuerdan con las condiciones climáticas, debido a que los valores más bajos se encontraron de junio hasta noviembre, la época de lluvia; la baja salinidad llegó hasta la máxima profundidad. En la época seca, los valores de salinidad fueron más altos (Fig. 6). A partir de noviembre hasta febrero, se presentó los valores más bajos de temperatura (Fig. 7).

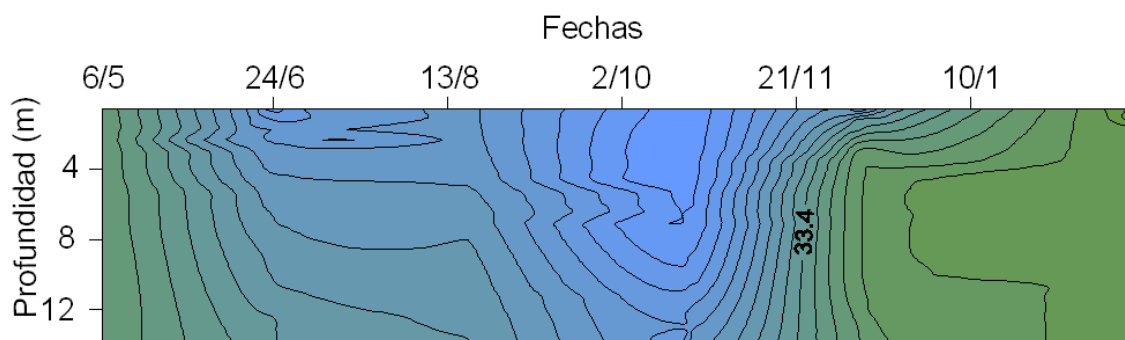


Figura 6. Contorno de salinidad (UPS) en el Sitio 1, Bahía Salinas, Guanacaste.

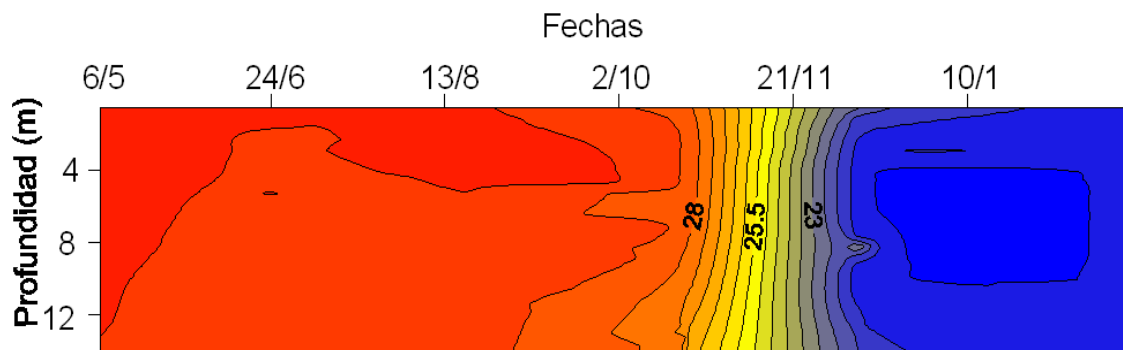


Figura 7. Contorno de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en el Sitio 1, Bahía Salinas, Guanacaste.

Para el Sitio 2, los valores más bajos de salinidad se presentaron de junio hasta noviembre, pero esta empezó a aumentar conforme incrementaba la profundidad. La salinidad durante la época seca (diciembre a febrero), fue más homogénea en el cuerpo de agua (Fig. 8). Las temperaturas más altas se dieron de mayo a octubre 2010, empezando a disminuir a partir de los 20 m (Fig. 9).

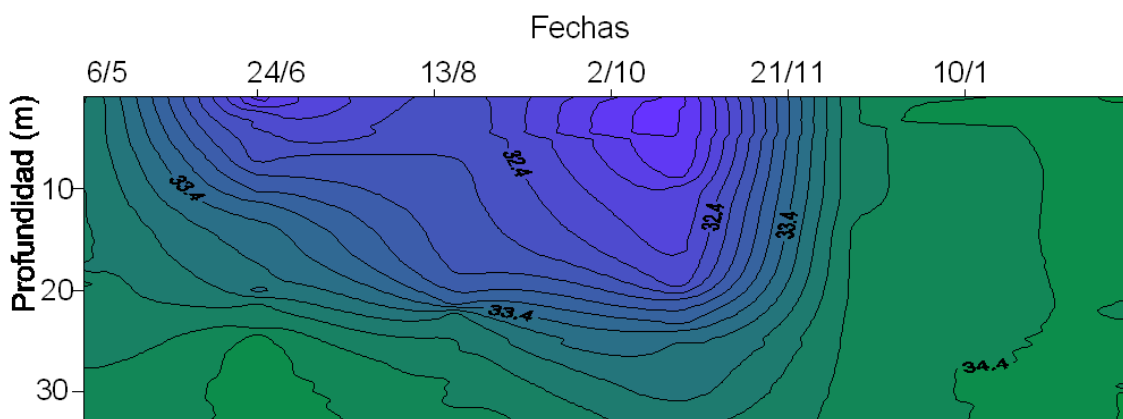


Figura 8. Salinidad (UPS) en el Sitio 2, Bahía Salinas, Guanacaste.

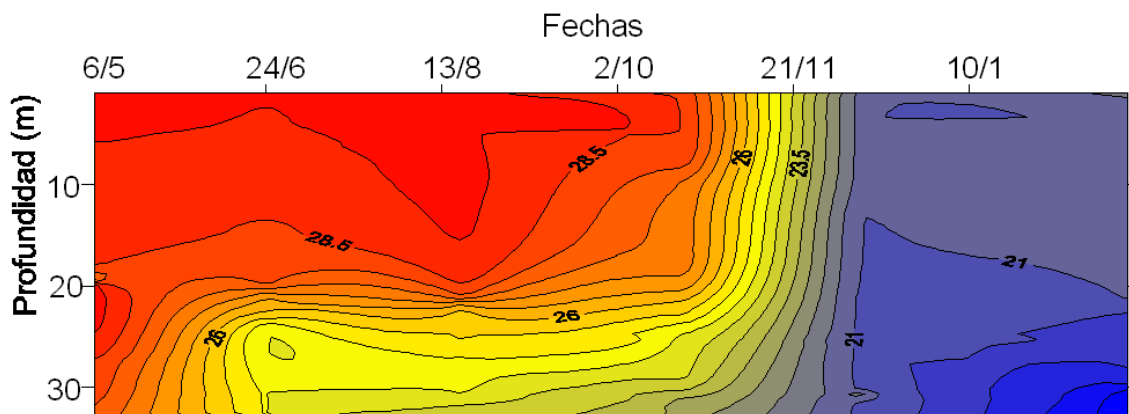


Figura 9. Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en el Sitio 2, Bahía Salinas Guanacaste.

El sitio 3 mantiene altos valores de salinidad durante todo el año, en donde sólo presenta una disminución de mayo a octubre en los primeros 20 m de profundidad (Fig. 10). La temperatura fue más variable, a partir de los 20 m de mayo a octubre. Para noviembre las aguas empezaron a enfriarse, hasta presentar la mayor disminución de la temperatura en diciembre-enero (Fig. 11).

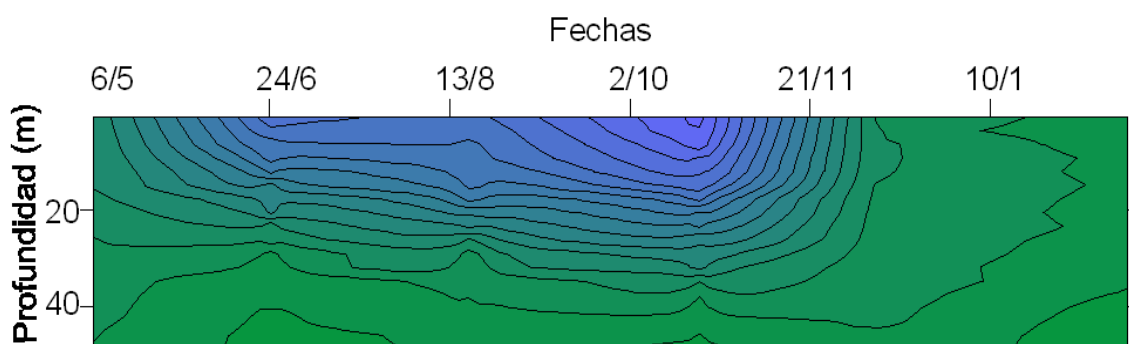


Figura 10. Salinidad (UPS) en el Sitio 3, Bahía Salinas, Guanacaste.

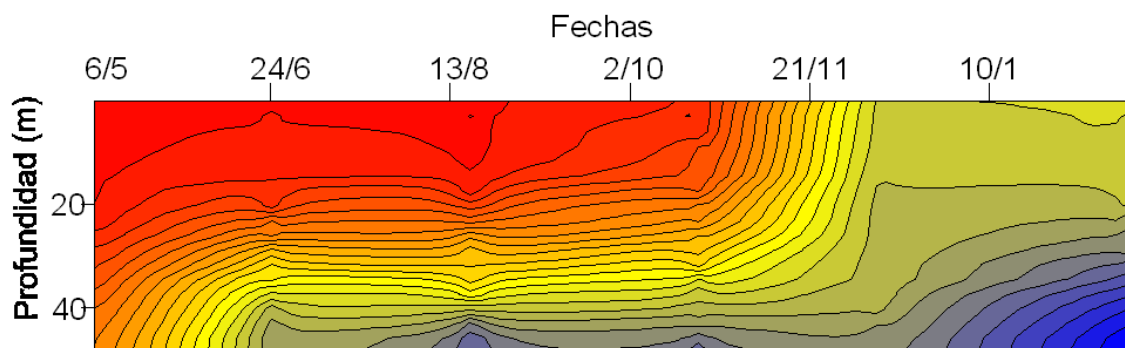


Figura 11. Temperatura (°C) en el Sitio 3, Bahía Salinas, Guanacaste.

El Sitio 4, también presenta altos valores de salinidad durante todo el año, con una disminución en la superficie de agosto a noviembre (Fig. 12). En cuanto a la temperatura, al ser el sitio con la mayor profundidad, las masas de agua empiezan a enfriarse a partir de los 25 m, principalmente de junio a noviembre. Para diciembre, la temperatura descendió a valores por debajo de los 23°C (Fig. 13).

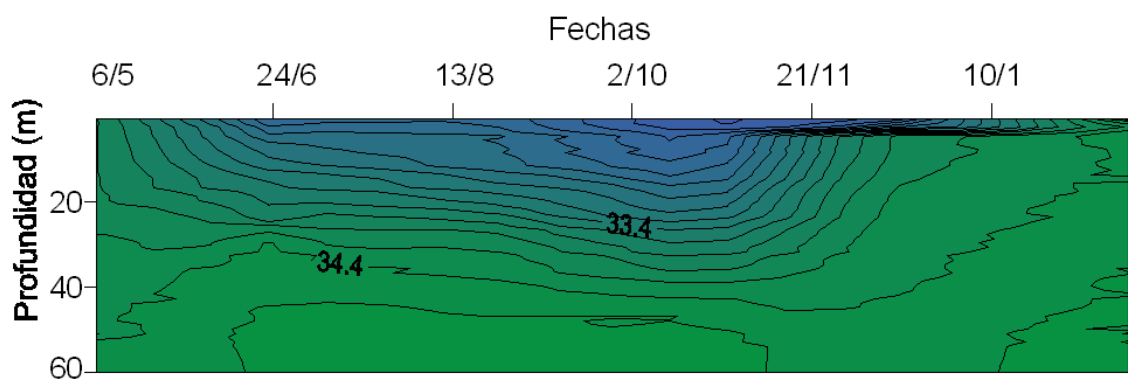


Figura 12. Salinidad (UPS) en el Sitio 4, Bahía Salinas, Guanacaste.

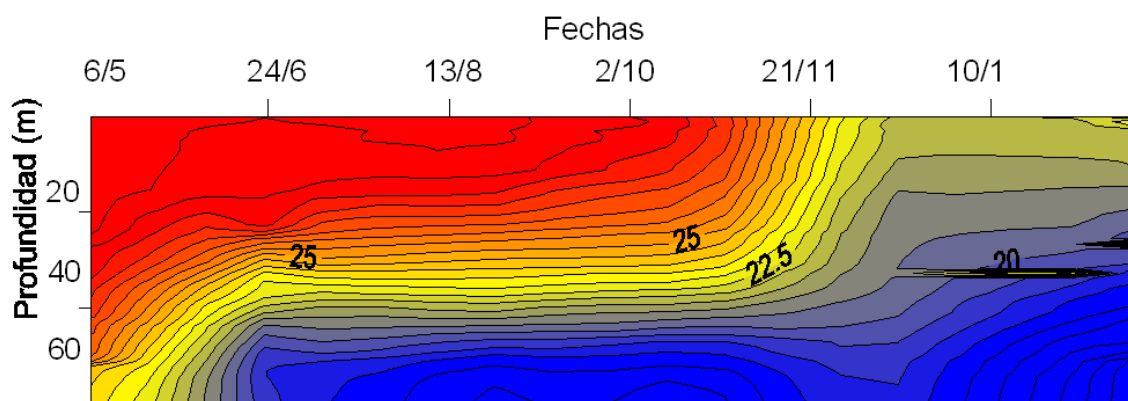


Figura 13. Temperatura (°C) en el Sitio 4, Bahía Salinas, Guanacaste.

## 2. Diversidad y abundancia de las principales especies fitoplanctónicas

Se contabilizó un total de 16 géneros de dinoflagelados y 13 géneros de diatomeas (Cuadro 5). Además, se encontraron especies potencialmente productoras de FANs, como *Alexandrium cf. monilatum*, *Akashiwo cf. sanguineum*, *Cochlodinium cf. polykrikoides*, *Gonyaulax sp.* y *Pyrodinium bahamense*. A pesar del gran número de géneros encontrados, la cantidad de organismos por litro varía durante la época del año, ya que, aunque de mayo a octubre hay una mayor presencia de dinoflagelados (Fig. 14), la cantidad es baja en comparación con diciembre y febrero en donde la cantidad de diatomeas está por encima de 3000 cel/litro, donde la máxima cantidad generalmente se encuentra en la superficie (Fig. 15).

En mayo y junio 2010, la cantidad de dinoflagelados supera a la cantidad de diatomeas; agosto, al presentar un episodio de FANs, los dinoflagelados, superan los valores de 21 000 cel/litro (Fig. 16). Para octubre aumenta la cantidad de diatomeas con las que se encontraron en el mes anterior. No obstante, se observa un cambio para diciembre y febrero 2011, donde las diatomeas superaron los valores de 90%.

Cuadro 3. Lista de géneros de dinoflagelados y diatomeas, Bahía Salinas, Guanacaste.

<b>Dinoflagelados</b>	<b>Diatomeas</b>
<i>Alexandrium cf. monilatum</i> (Howell, 1953)	<i>Asteromphalus</i> sp. Ehrenberg, 1844
<i>Akashiwo cf. sanguineum</i> (Hirasaka, 1922)	<i>Chaetoceros</i> sp. Ehrenberg, 1844
<i>Blepharocysta</i> sp. Ehrenberg, 1873	<i>Coscinodiscus</i> sp. Ehrenberg, 1839
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg, 1859)	<i>Guinardia</i> sp. Peragallo, 1892
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg, 1841)	<i>Hemiaulus</i> sp. Ehrenberg, 1844
<i>Ceratium</i> sp. Schrank, 1793	<i>Licmophora</i> sp. Agardh, 1827
<i>Cochlodinium cf. polykrikoides</i> Margalef, 1961	<i>Nitzschia</i> sp. Hassall, 1845
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent, 1881	<i>Planktoniella sol</i> (C.G.Wallich) Schütt 1892
<i>Dinophysis</i> sp. Ehrenberg, 1839	<i>Pleurosigma</i> sp. Smith, 1852
<i>Gonyaulax</i> sp. Diesing, 1866	<i>Pseudonitzschia</i> sp. Peragallo 1900
<i>Gymnodinium</i> sp. Stein, 1878	<i>Rhizosolenia</i> sp. Brightwell, 1858
<i>Gyrodinium</i> sp. Kofoid & Swezy 1921	<i>Skeletonema</i> sp. Greville, 1865
<i>Ornithocercus</i> sp. Stein, 1883	<i>Thalassionema</i> sp. Grunow ex Mereschowsky, 1902
<i>Oxytoxum</i> sp. Stein, 1883	<i>Thalassiosira</i> sp. Cleve, 1873
<i>Podolampas</i> sp. Stein, 1883	
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt, 1895	
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1834	
<i>Prorocentrum</i> sp. Ehrenberg, 1834	
<i>Protoperidinium</i> sp. Bergh, 1882	
<i>Pyrodinium bahamense</i> Plate 1906	
<i>Scrippsiella</i> sp. Balech ex A.R. Loeblich III, 1965	

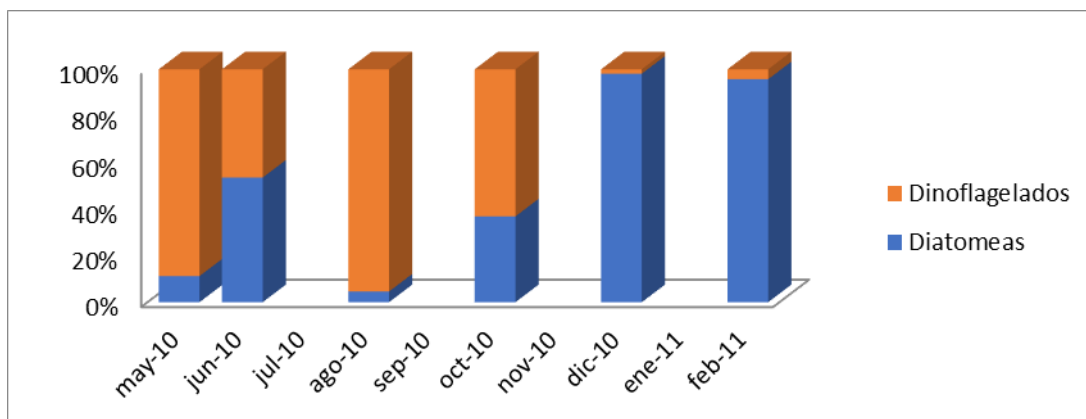


Figura 14. Porcentaje de diatomeas y dinoflagelados, Bahía Salinas, Guanacaste.

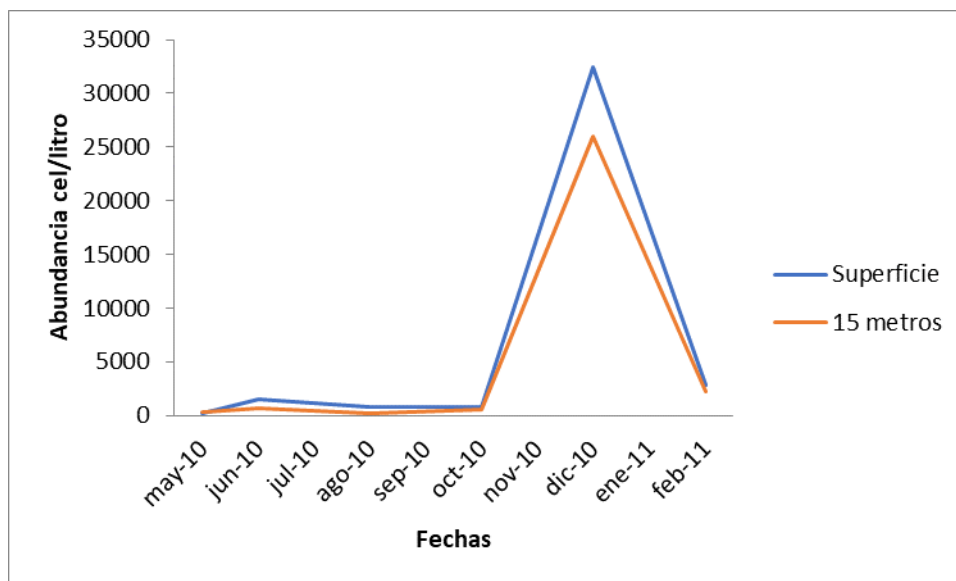


Figura 15. Abundancia de diatomeas en las dos profundidades estudiadas, Bahía Salinas, Guanacaste.

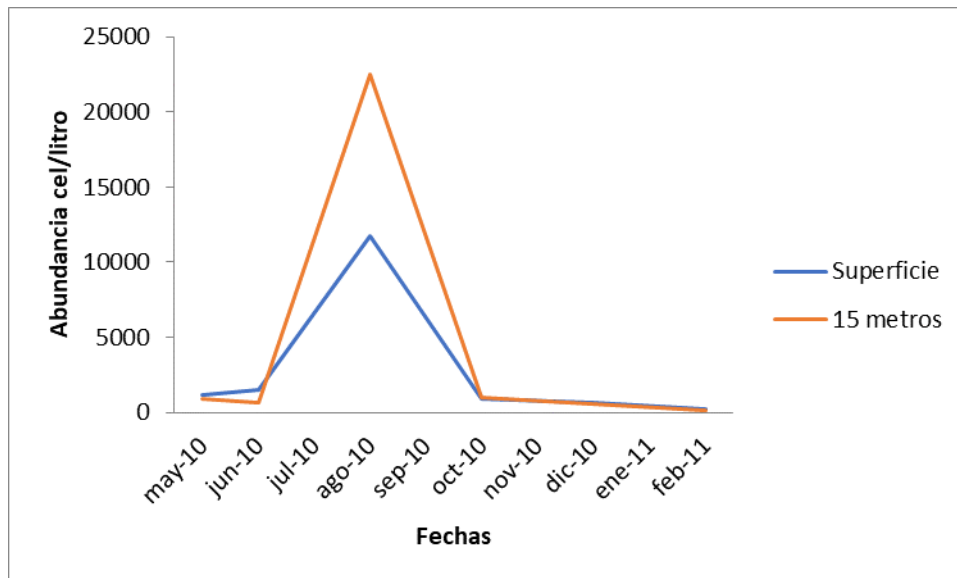


Figura 16. Abundancia de dinoflagelados en las dos profundidades estudiadas, Bahía Salinas, Guanacaste.

Las principales relaciones que se dan en la composición del fitoplancton son por la fecha, siendo las de febrero las que tienen una mayor similitud, seguidas por las de mayo y junio. La segunda relación es la profundidad, formando dos grupos las de la superficie y las de 15 m (Fig. 17).



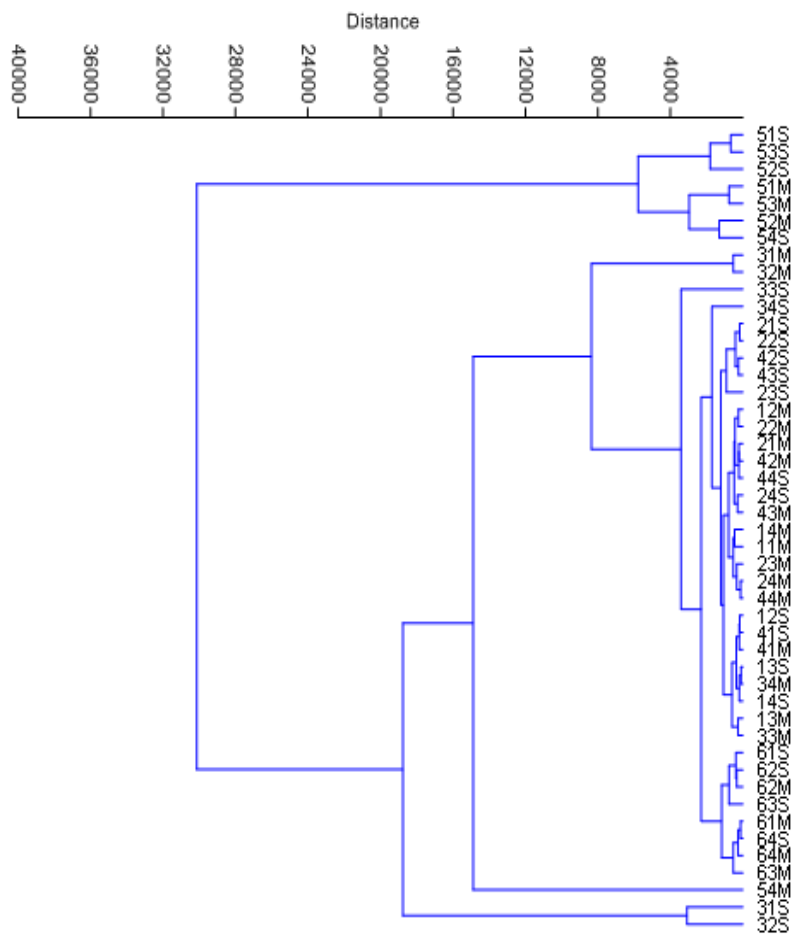


Figura 17. Dendrograma de abundancia de fitoplancton, por fecha, sitio y profundidad, Bahía Salinas, Guanacaste. Código: primer número corresponde al sitio, segundo número representa la fecha de muestreo, S: superficie, M: 15 m.

Los géneros que se presentaron durante casi todo el año fueron *Chaetoceros*, *Ceratium*, *Prorocentrum* y *Rhizosolenia*. Las máximas similitudes se presentan entre los géneros, *Cochlodinium cf. polykrikoides*, *Alexandrium cf. monilatum*, *Gymnodinium sp.*, y *Pyrodinium bahamense*. Seguidos por el grupo formado por *Akashiwo sp.* y *Podolampas sp.*; mientras que los géneros *Guinardia sp.* y *Hemiaulus sp.*, son los que muestran menos similitud con los demás organismos de fitoplancton (Fig. 18).

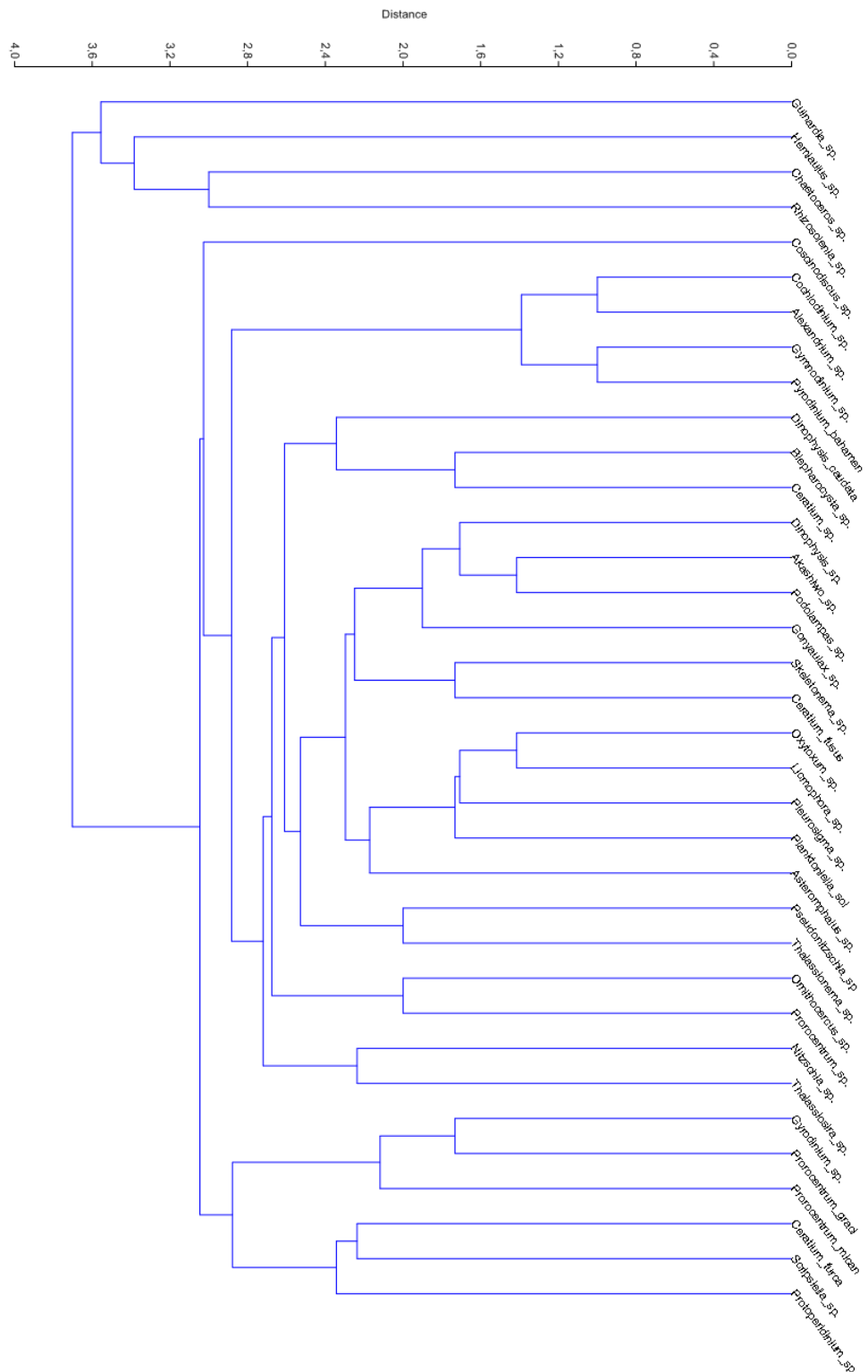


Figura 18. Dendrograma de presencia y ausencia de géneros de fitoplancton, por fecha y sitio, Bahía Salinas, Guanacaste.

Tanto *Guinardia* como *Pleurosigma*, fueron organismos que presentaron diferentes especies (Figs. 19 y 20). La distribución de estas fue bastante homogénea, debido a que se encontraron organismos de estas especies a lo largo del año, en los diferentes sitios de muestreo.



Figura 19. Diatomeas. A. ML de *Pleurosigma* sp. B. ML de *Guinardia* sp. Bahía Salinas, Guanacaste.

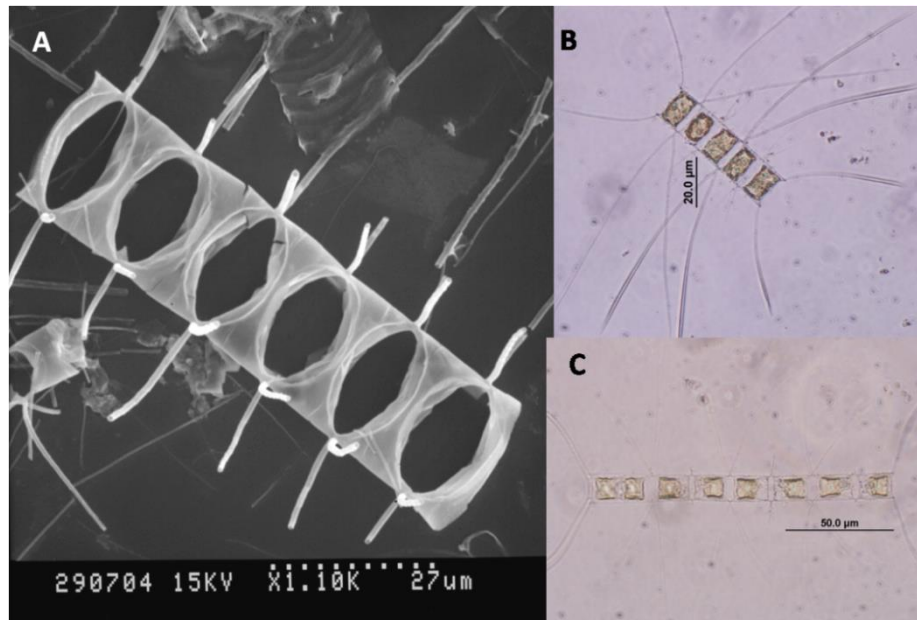


Figura 20. Diferentes especies del género *Chaetoceros*. A. Micrografía MEB; B y C. ML. Bahía Salinas, Guanacaste.

Con respecto a los dinoflagelados, en agosto 2010, se presentó un evento de FANs, causado por *Cochlodinium* sp. (Fig. 21), acompañado por las especies *Alexandrium* cf. *monilatum* y *Pyrodinium bahamense*. El género *Ceratium* es uno de los géneros de dinoflagelados que estuvo presente a durante las seis fechas de muestreo y en la mayoría de los sitios (Fig. 22).

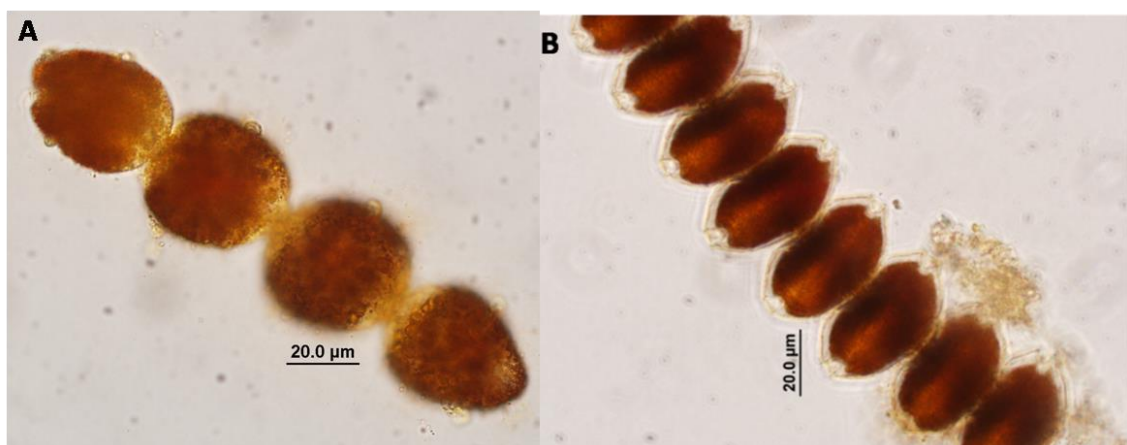


Figura 21. A. ML de *Cochlodinium* cf. *polykrikoides*. B. ML de *Alexandrium* cf. *monilatum*, Bahía Salinas, Guanacaste.

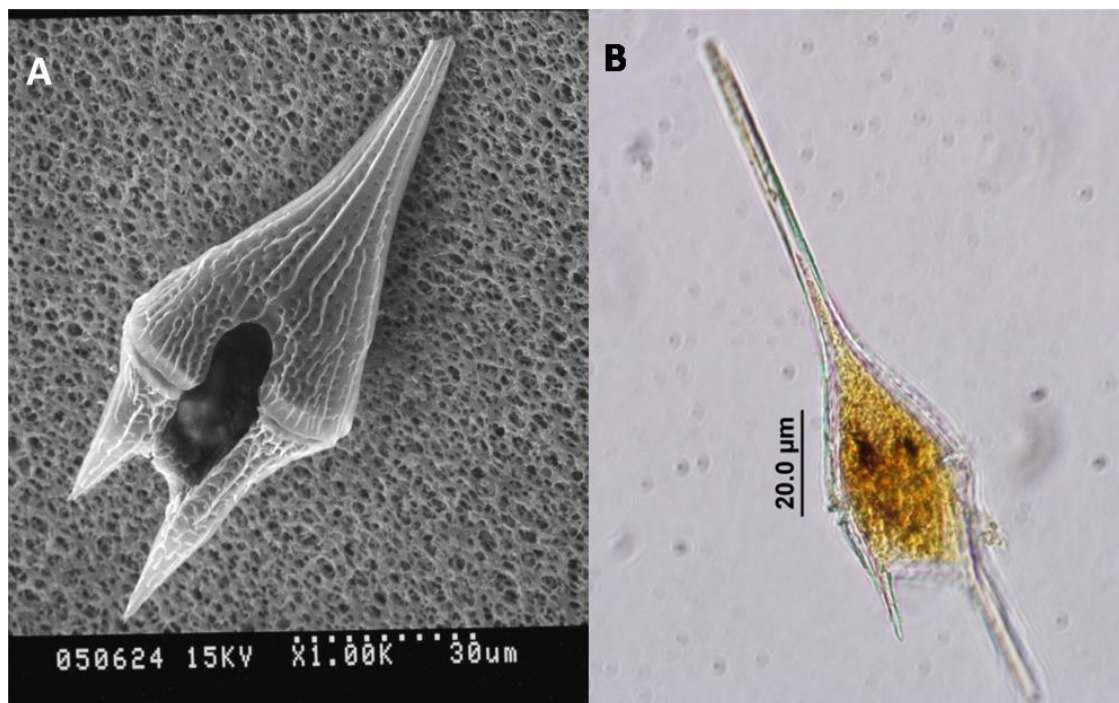


Figura 22. A. Micrografía MEB de *Ceratium furca*. B. ML. de *Ceratium* sp., Bahía Salinas, Guanacaste.

### 3. Determinación de la composición y abundancia de las especies de peces más capturadas

Las especies de peces más capturadas fueron las pertenecientes al género *Lutjanus*; por lo que, la mayoría de los resultados que se presentarán en este apartado, serán de las especies *L. argentiventris*, *L. guttatus*, *L. peru*.

Cuadro 4. Especies de peces capturadas, Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie	
<i>Caranx cf. otrynter</i> Gilbert & Jordan, 1883	<i>Mustelus lunulatus</i> Jordan & Gilbert, 1882
<i>Caulolatilus affinis</i> Gill, 1865	<i>Pristigony sserrula</i> (Gilbert, 1891)
<i>Ephinephelus</i> sp. Bloch, 1793	<i>Scarus cf. perrico</i> Jordan & Gilbert, 1882
<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	<i>Scorpaena</i> sp. Linnaeus, 1758
<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	<i>Synodus</i> sp. Scopoli, 1777
<i>Lutjanus peru</i> (Nichols & Murphy, 1922)	

La ecuación de longitud contra peso, para la especie *L. argentiventris*, obtuvo un valor de  $y = 0,0042x^{3,39}$  (Fig. 23), lo que indica que presenta un crecimiento alométrico positivo. Para *L. guttatus* el valor de  $y = 0,0229x^{2,89}$  (Fig. 24), con un crecimiento alométrico negativo y para *L. peru* el valor fue de  $y = 0,0021x^{3,572}$ , para obtener un crecimiento alométrico positivo (Fig. 25).

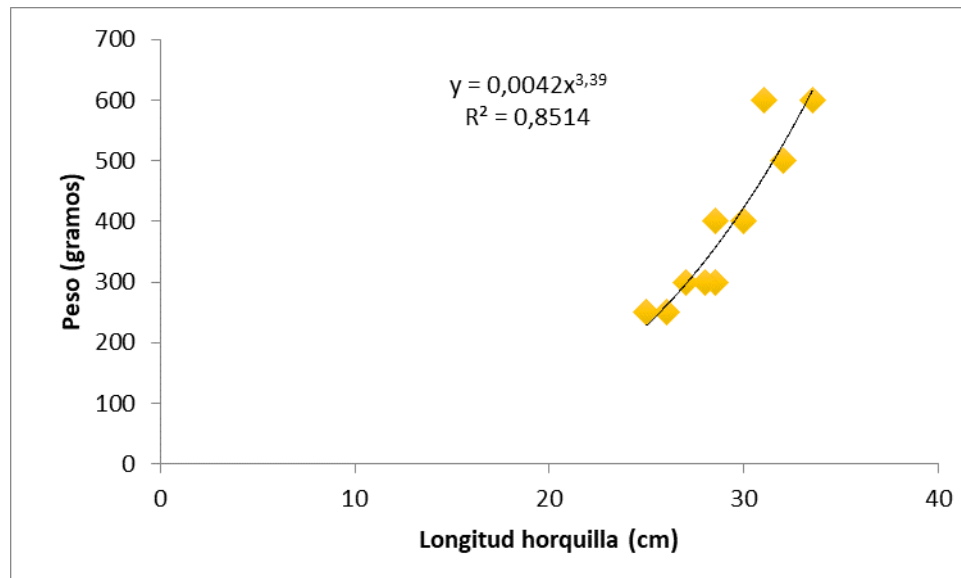


Figura 23. Relación longitud-peso de *Lutjanus argentiventris* en Bahía Salinas, Guanacaste.

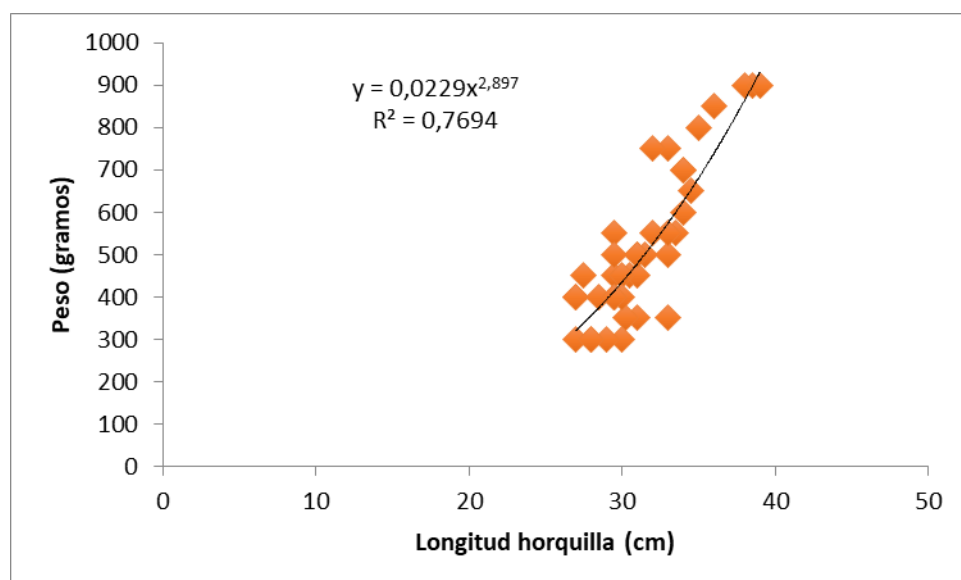


Figura 24. Relación longitud-peso de *Lutjanus guttatus* en Bahía Salinas, Guanacaste.

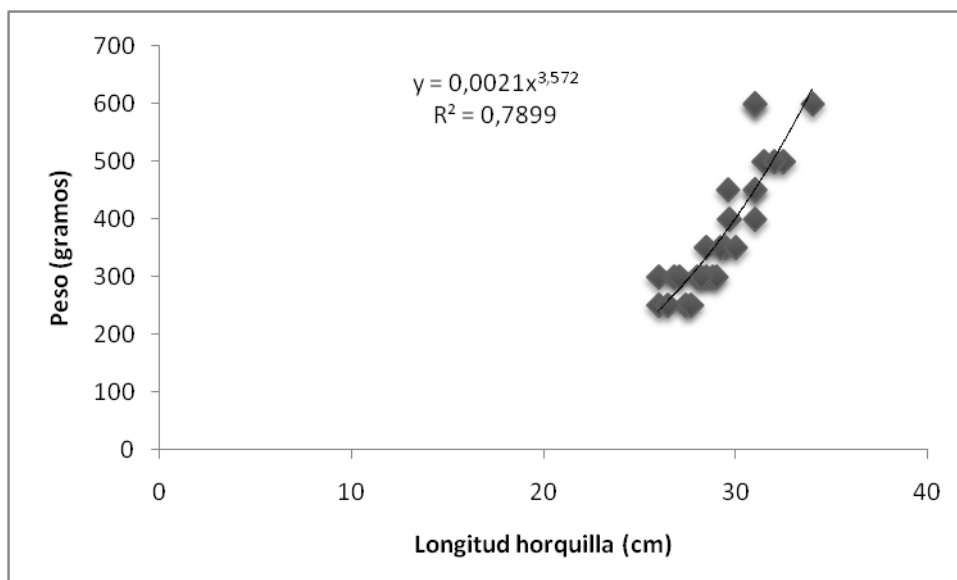


Figura 25. Relación longitud-peso *Lutjanus peru* en Bahía Salinas, Guanacaste.

La talla mínima de las especies del género *Lutjanus* fue de 26 cm y la máxima de 41,5 cm (Fig. 26). La talla promedio general de captura fue de 31,9 cm. En el caso de *L. argentiventris* todos los especímenes presentaron longitudes totales por encima de 26 cm hasta 34 cm, con un promedio de 29,9 cm. En cuanto a *L. guttatus*, los valores oscilaron entre 28 cm hasta 42 cm, con un promedio de 32,9 cm y por último para *L. peru* los tamaños variaron entre 26,5 cm y 37 cm, con un promedio de 31,08 cm (Fig. 27).

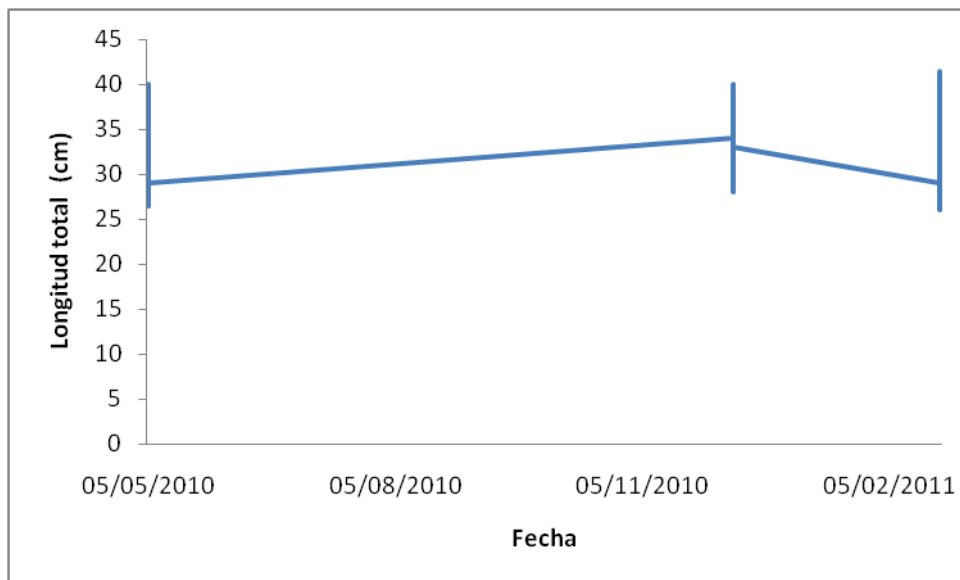


Figura 26. Longitudes totales de las especies de *Lutjanus*, capturados en Bahía Salinas, Guanacaste.

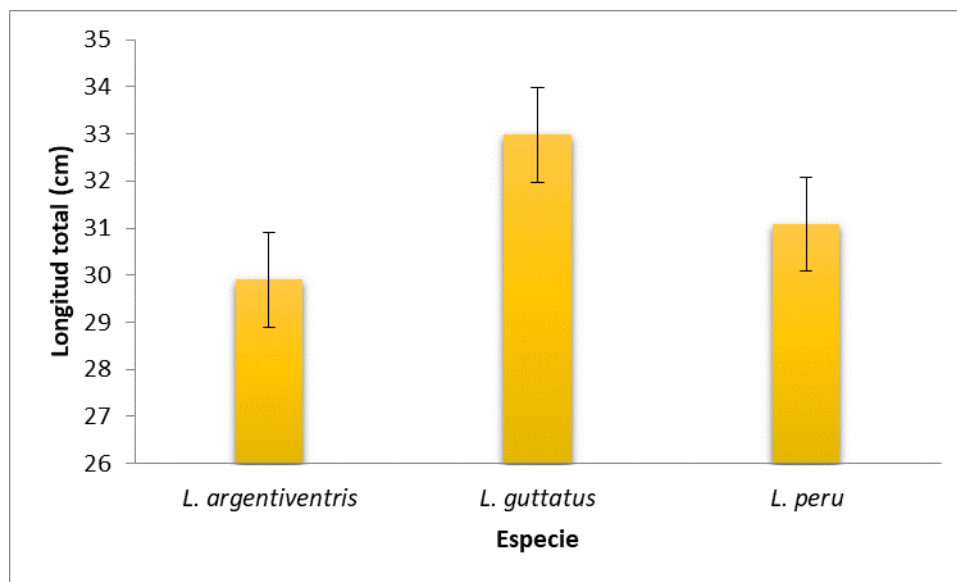


Figura 27. Longitudes totales de *L. argentiventris*, *L. peru* y *L. guttatus* capturados en Bahía Salinas, Guanacaste.



Se encontró una relación directa entre la longitud total y la longitud estándar medida para los pargos capturados ( $y=0,7515x + 1,388$ ,  $R^2= 0,9436$ ); es decir, que ambas medidas aumentan en la misma proporción en las tres especies estudiadas (Fig. 28).

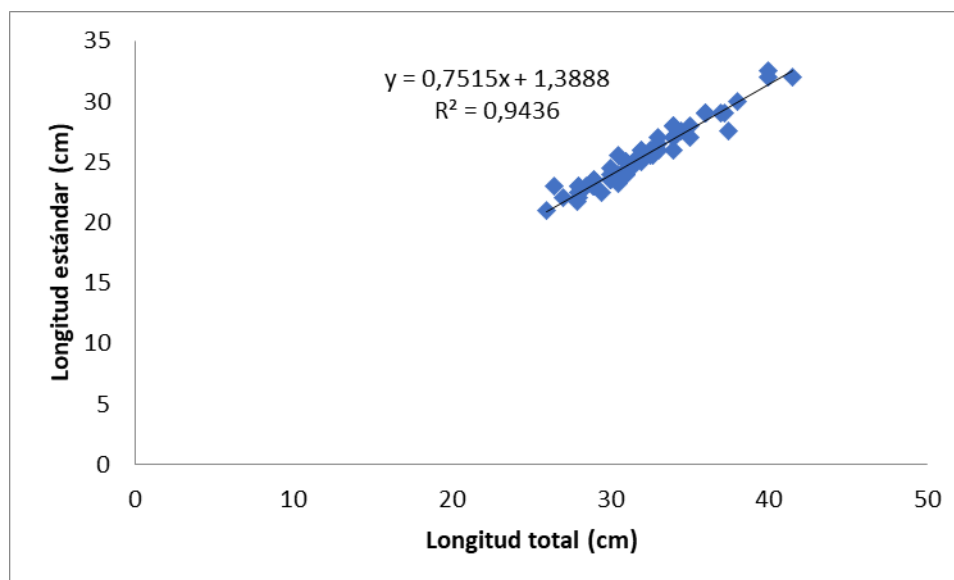


Figura 28. Relación entre longitud total y longitud estándar, para el género *Lutjanus*, Bahía Salinas, Guanacaste.

Los valores de CPUE totales, tanto por hora y área fueron mayores en diciembre y febrero, en contraste a los datos obtenidos en mayo 2010 que fueron los más bajos (Cuadro 7). Esta situación cambia cuando se estudian la CPUE (t) de *L. argentiventris* (Cuadro 8), en donde los valores más altos se presentaron en diciembre y dando un resultado de cero en mayo 2010, al ser nula la captura en ese mes. Para *L. guttatus*, los números fueron más altos en febrero 2011, seguido por diciembre 2010, y mayo 2010 (Cuadro 9). Por último, para *L. peru* la CPUE (t) más alta fue en mayo, seguido por diciembre; mientras que en febrero como no se presentó ninguna captura, tiene un valor de cero (Cuadro 10). Si estudiamos los CPUE (a), los valores cambian para ser febrero el mes con los valores más bajos de captura por  $m^2$ , siendo para *L. guttatus* la excepción.

Cuadro 5. Captura por unidad de esfuerzo total en tiempo (horas) y área (m<sup>2</sup>), Bahía Salinas, Guanacaste.

<b>Fecha</b>	<b>CPUE (t)</b>	<b>CPUE (a)</b>
mayo 2010	889,58	35,58
diciembre 2010	963,04	36,92
febrero 2011	1045,65	16,03

Cuadro 6. Captura por unidad de esfuerzo *Lutjanus argentiventris*, en tiempo (h) y área (m<sup>2</sup>), Bahía Salinas, Guanacaste.

<b>Fecha</b>	<b>CPUE (t)</b>	<b>CPUE (a)</b>
mayo 2010	0,00	0,00
diciembre 2010	130,43	5,00
febrero 2011	39,13	0,60

Cuadro 7. Captura por unidad de esfuerzo *Lutjanus guttatus*, en tiempo (h) y área (m<sup>2</sup>), Bahía Salinas, Guanacaste.

<b>Fecha</b>	<b>CPUE (t)</b>	<b>CPUE (a)</b>
mayo 2010	114,58	4,58
diciembre 2010	230,43	8,83
febrero 2011	554,35	8,50

Cuadro 8. Captura por unidad de esfuerzo *Lutjanus peru*, en tiempo (h) y área (m<sup>2</sup>), Bahía Salinas, Guanacaste.

Fecha	CPUE (t)	CPUE (a)
mayo 2010	381,25	15,25
diciembre 2010	47,83	1,83
febrero 2011	0,00	0,00

Al analizar los datos presentados por INCOPESCA ([www.incopescas.go.cr](http://www.incopescas.go.cr)) desde el 2000, se nota una disminución en la captura total para la provincia de Guanacaste, sólo con una leve alza en el 2008, que volvió a descender en el 2009. Estos datos muestran como la pesca ha disminuido de forma considerable en toda la provincia, incluyendo datos del GP, donde se realizó el estudio de esta tesis (Fig.29).

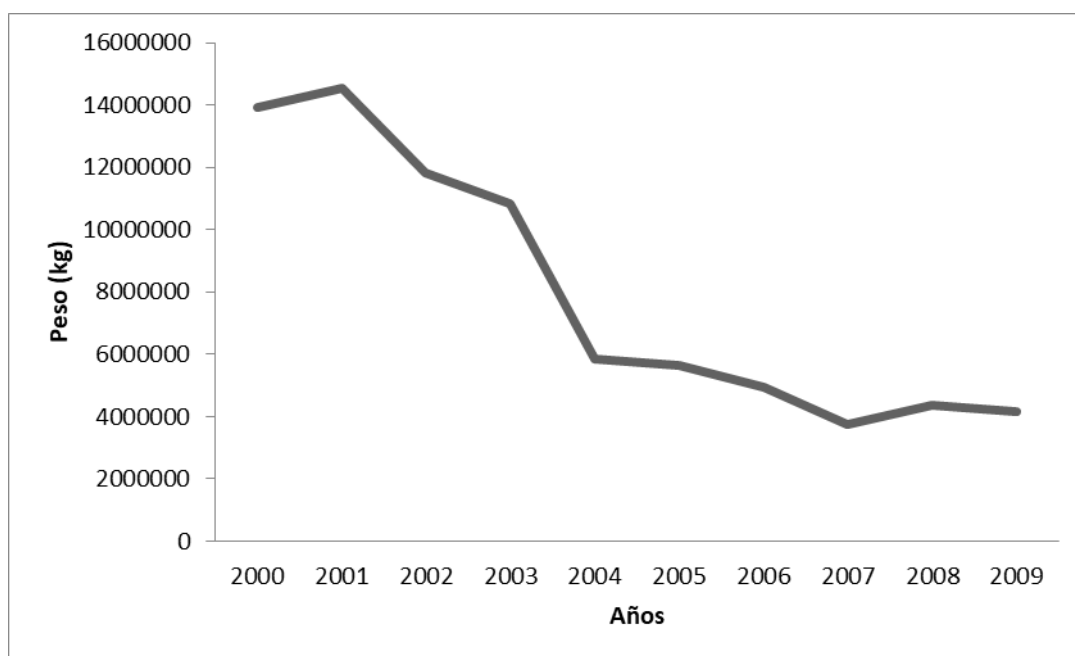


Figura 29. Capturas totales (Kg) por años en la provincia de Guanacaste. Fuente: INCOPESCA.

#### ***4. Determinación de los aspectos socio-económicos y su relación con la pesca artesanal, presentes en la comunidad de El Jobo, Bahía Salinas***

La comunidad de El Jobo pertenece al distrito Central, cantón La Cruz, provincia Guanacaste. Según los datos suministrados por el EBAIS de La Cruz, para el 2009, el ingreso promedio de las familias es de 60 000 colones al mes. La comunidad presenta un total de 134 familias, donde 112 de estas tienen casa propia. La población está conformada por 620 habitantes, de los cuales sólo el 5,3% presenta una condición de analfabetismo. La edad de las mujeres embarazadas para la época del estudio osciló entre 20-34 años principalmente.

De las 134 familias, 34 de ellas utilizan la electricidad para cocinar, 80 cocinan con gas y 20 con leña. En cuanto a la religión, 60 personas indicaron profesar la religión católica, 220 son protestantes, 101 son ateos y 249 Testigos de Jehová. Los jefes de hogar son en su mayoría hombres (123), y sólo en 11 de las familias son mujeres las jefas de hogar.

Las familias de El Jobo están formadas principalmente por hombres y mujeres mayores de 12 años de edad, ya que de las 145 personas pertenecientes a las 30 familias entrevistadas, sólo el 12% y el 19% eran hombres y mujeres menores de 12 años, respectivamente. En promedio, las familias encuestadas estaban formadas por 4,8 miembros, en donde el 93% de ellas, era el hombre es el jefe de hogar (Fig. 30). La mediana de las edades de los jefes de familia oscila entre 40 a 44 años.

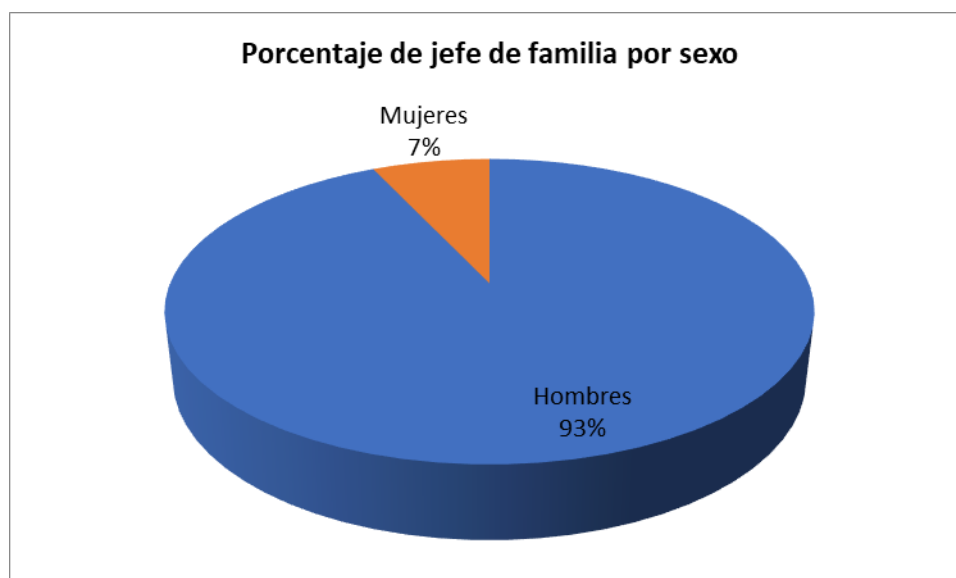


Figura 30. Porcentaje de jefe de familia por sexo, El Jobo, Guanacaste.

En promedio, cada familia tiene dos hijos menores que son dependientes económicamente del jefe de familia y un promedio de 1,2 personas mayores de edad son dependientes económicamente del jefe de familia. Además, el 90% de los encuestados, indicaron que tienen más de cinco años de residir en la zona. El 100% de los trabajos de los jefes de familia, pertenecen al sector económico primario, siendo los principales empleos, pescadores y peones agrícolas (Fig. 31).

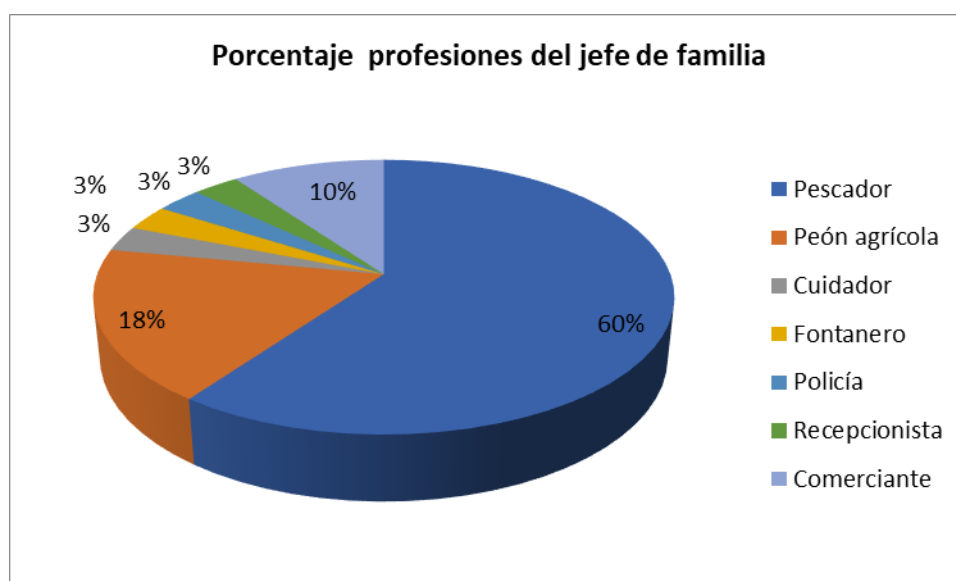


Figura 31. Porcentaje de profesiones de los jefes de familia, El Jobo, Guanacaste.

Para el nivel de escolaridad en los jefes de familia, la gran mayoría sólo presenta primaria incompleta, seguido por lo que no tiene ninguna educación formal y por los que sí terminaron la primaria (Fig. 32). En los cónyuges, la situación de escolaridad es similar, ya que la gran mayoría presenta primaria incompleta, seguido por los que terminaron la primaria (Fig. 33).

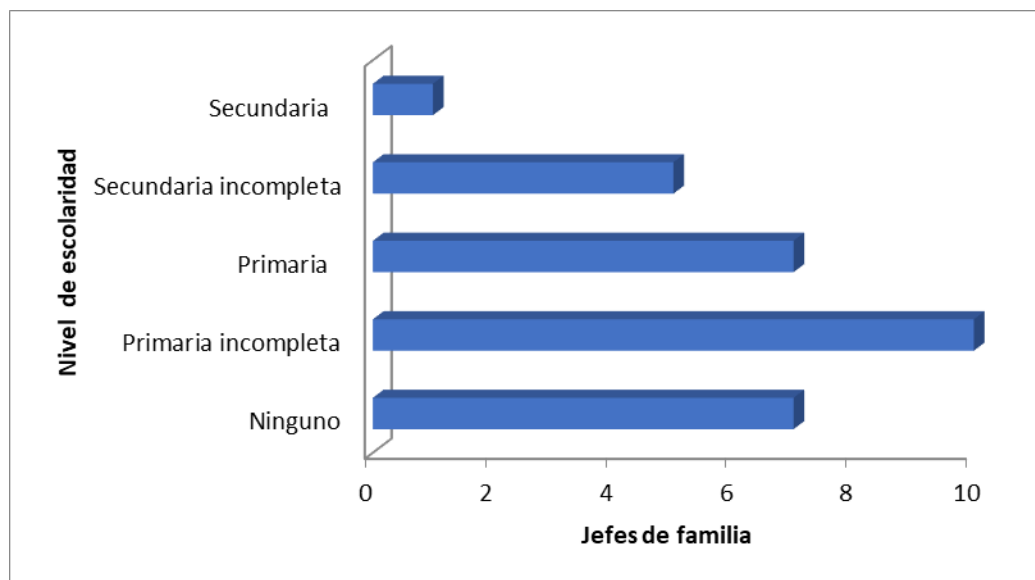


Figura 32. Nivel de escolaridad de los jefes de familia, El Jobo, Guanacaste.

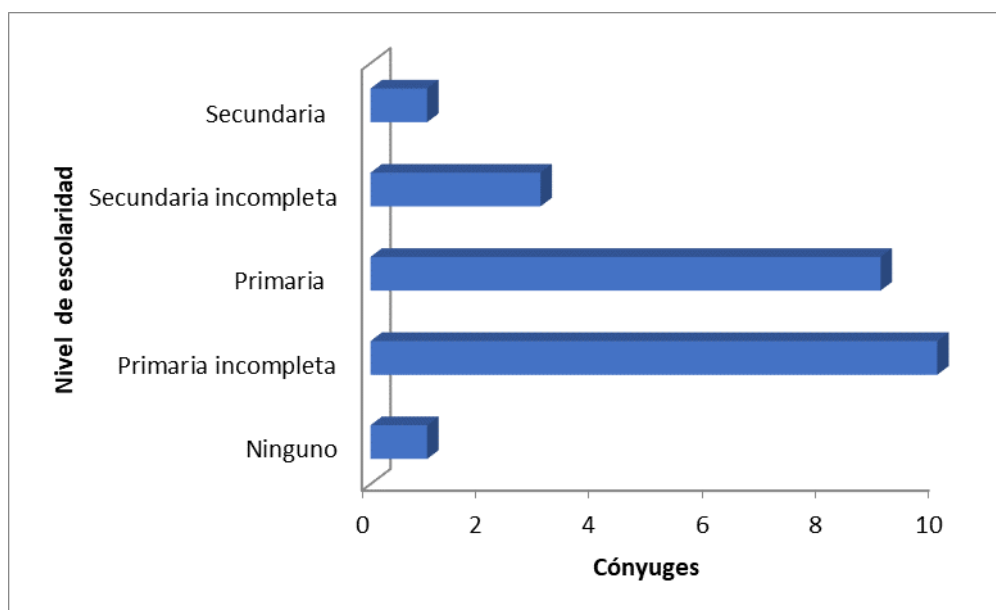


Figura 33. Nivel de escolaridad de los cónyuges, El Jobo, Guanacaste.

En cuanto al tipo de categoría salarial, sólo el 33,3% de los jefes de familia, son asalariados; el 66,7% trabajan por cuenta propia, ganando salarios muy variables por semana y en todo el año. Por esta razón, no dieron una cifra exacta acerca del salario que ganan por mes.

Entre las condiciones donde viven las familias, 24 de las 30 familias entrevistadas, presentan casa propia; una familia alquila y 5 de ellas viven en casas prestadas (Fig. 34). Los materiales que principalmente forman las paredes de las casas son ladrillo, madera o zinc (Fig. 35). En cuanto al abastecimiento de agua, el 23,3% de las familias obtienen el agua de un pozo con bomba, mientras que para el 76,7% la fuente de agua es la red pública.

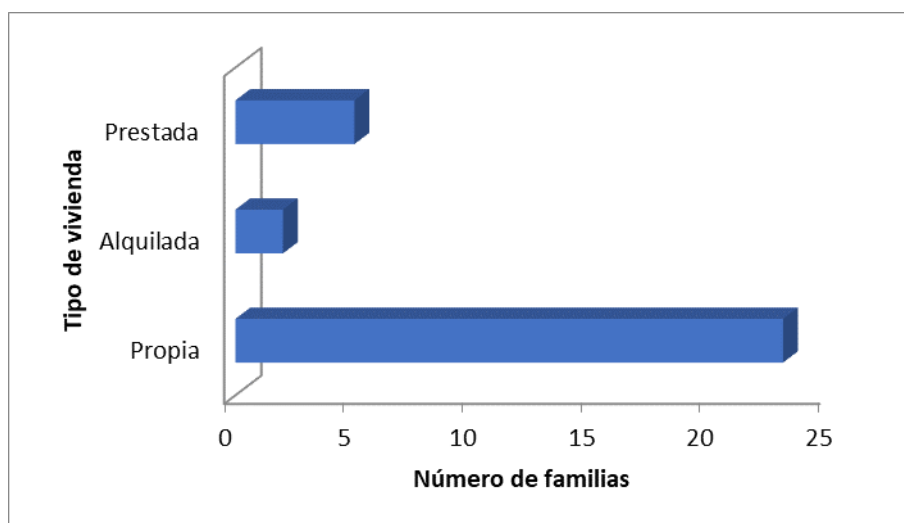


Figura 34. Tipo de vivienda de las familias entrevistadas, El Jobo, Guanacaste.

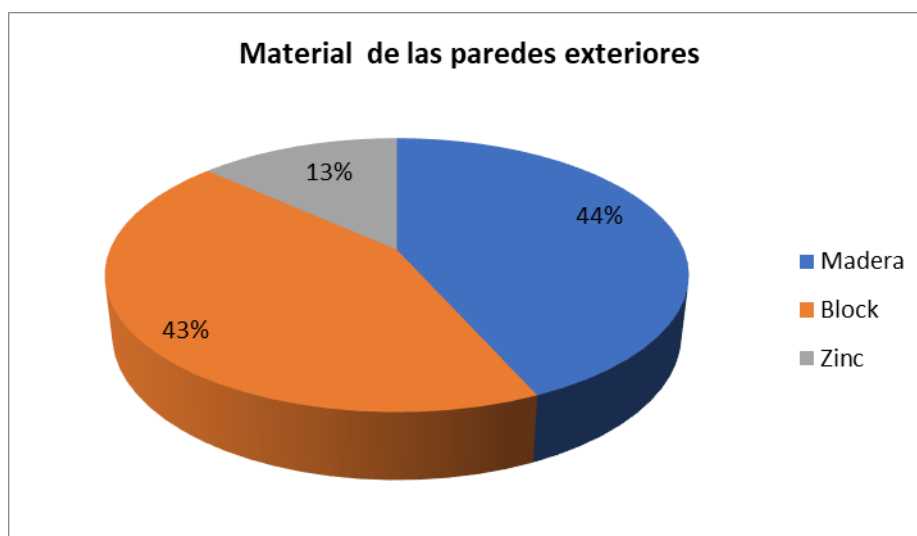


Figura 35. Tipo de materiales de las paredes exteriores de las casas de las familias entrevistadas, El Jobo, Guanacaste.

De acuerdo con la información proporcionada por los entrevistados en cuanto a las condiciones alrededor de la pesca en la zona, el 83% de los entrevistados, indicó que sí han visto un cambio negativo en los últimos años en la cantidad de peces capturados. Entre los factores a los que atribuyen este cambio son, el uso de malla grande para pescar, presencia de barcos camaroneros en la zona, la contaminación, fenómenos naturales, la sobreexplotación de recurso, restricción por las leyes y un menor grupo no sabe a qué se puede deber el cambio (Fig. 36). De los entrevistados que se dedican a la pesca, 12 de ellos utilizan el trasmallo como arte de pesca, seguido por la cuerda que los utilizan seis personas y sólo cinco de ellos utilizan el buceo como medio para pescar (Fig. 37).



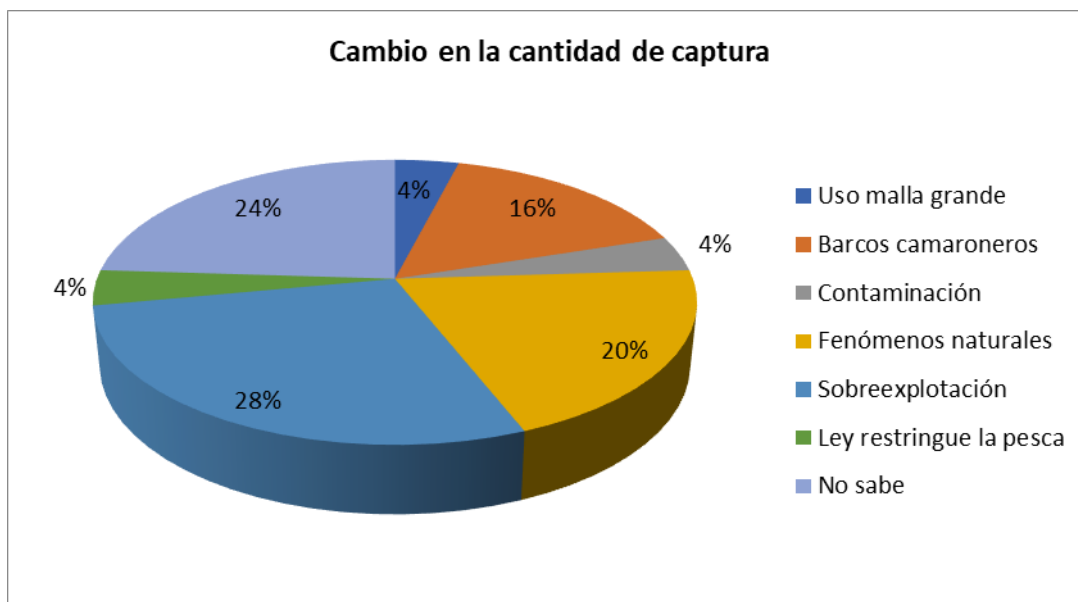


Figura 36. Factores a los que puede deber la disminución en la cantidad de peces capturados, según los entrevistados, El Jobo, Guanacaste.

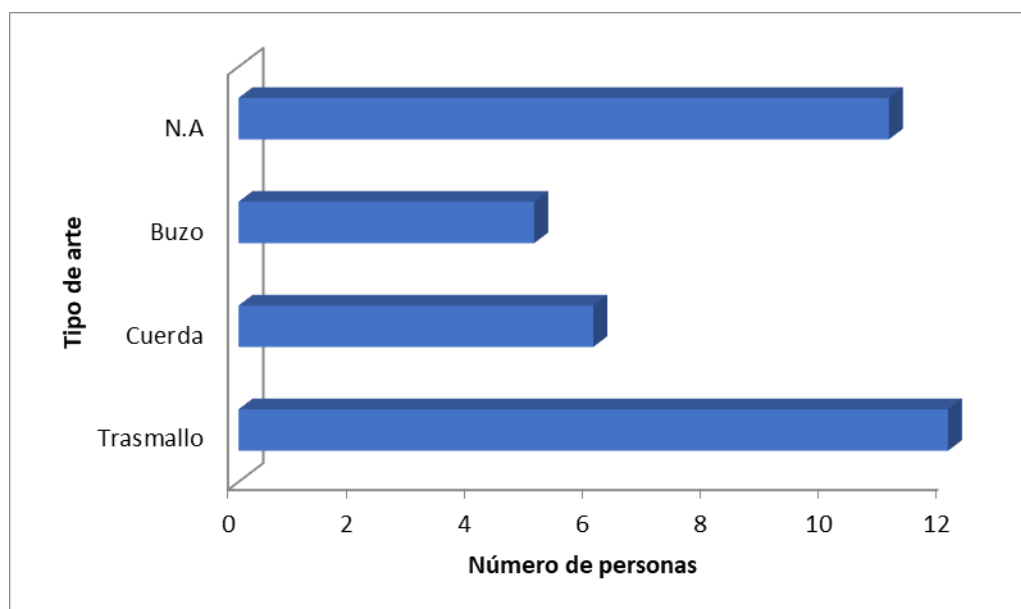


Figura 37. Tipo de arte utilizado por los pescadores entrevistados, El Jobo, Guanacaste.

Con respecto a las FANs, el 80% de los entrevistados externaron haber visto floraciones en la zona, y de estos el 58% indicaron que su período de duración fue de días. El 83% indicó que la pesca disminuye durante los episodios de mareas rojas; no obstante, sólo el 33,3% mencionaron otras repercusiones que pueden generar las FANs. Doce de los pescadores entrevistados, dijeron que

durante los eventos de floraciones algales, prefieren una ayuda económica por parte del Estado, en lugar de ayuda por parte del Estado para evitar acciones que puedan aumentar los eventos de las FANs (Fig. 38).

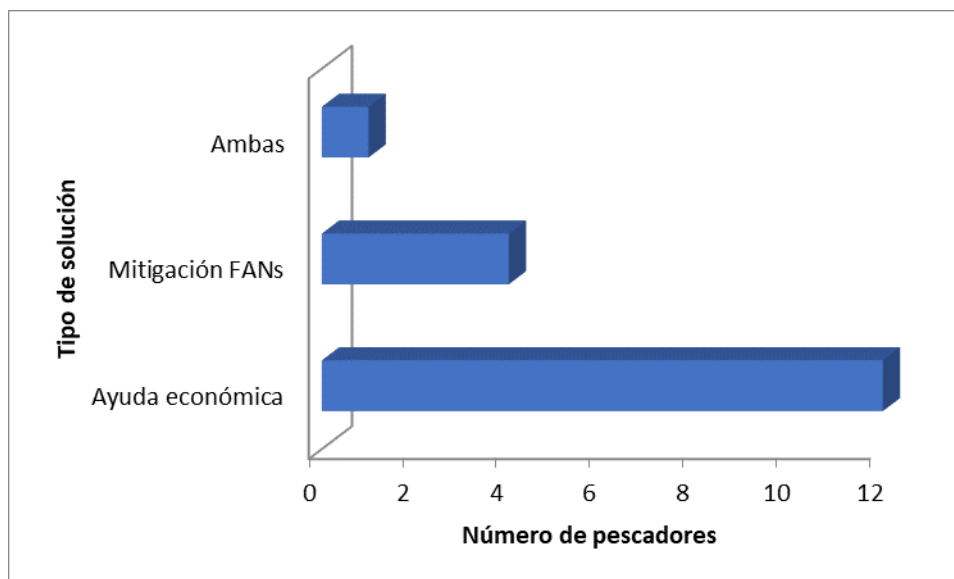


Figura 38. Tipo de solución que prefieren los pescadores entrevistados, para cuando se presenta las FANs, El Jobo, Guanacaste.

##### ***5. Actividades realizadas para dar recomendaciones en la gestión integrada en Bahía Salinas***

Una de las primeras actividades gestionadas para realizar en la Comunidad, fue una charla a los estudiantes de II Ciclo de la Escuela Gil Tablada Corea (Fig. 39), para tener una idea acerca de la información que tienen relacionada con el recurso pesquero y así poder ampliar el conocimiento previo acerca de los aspectos ecológicos que se dan en la zona. La charla fue impartida a 22 escolares de 10 a 13 años de edad, empezando a explicarles ciertos aspectos acerca de la biología marina, incluyendo aspectos de biodiversidad marina, cadenas y marañas tróficas marinas; así como la introducción de conceptos de las FANs, características y cómo puede afectar al ser humano (Fig. 40).



Figura 39. Estudiantes de la Escuela Gil Tablada Corea que participaron en la charla, El Jobo, Guanacaste.

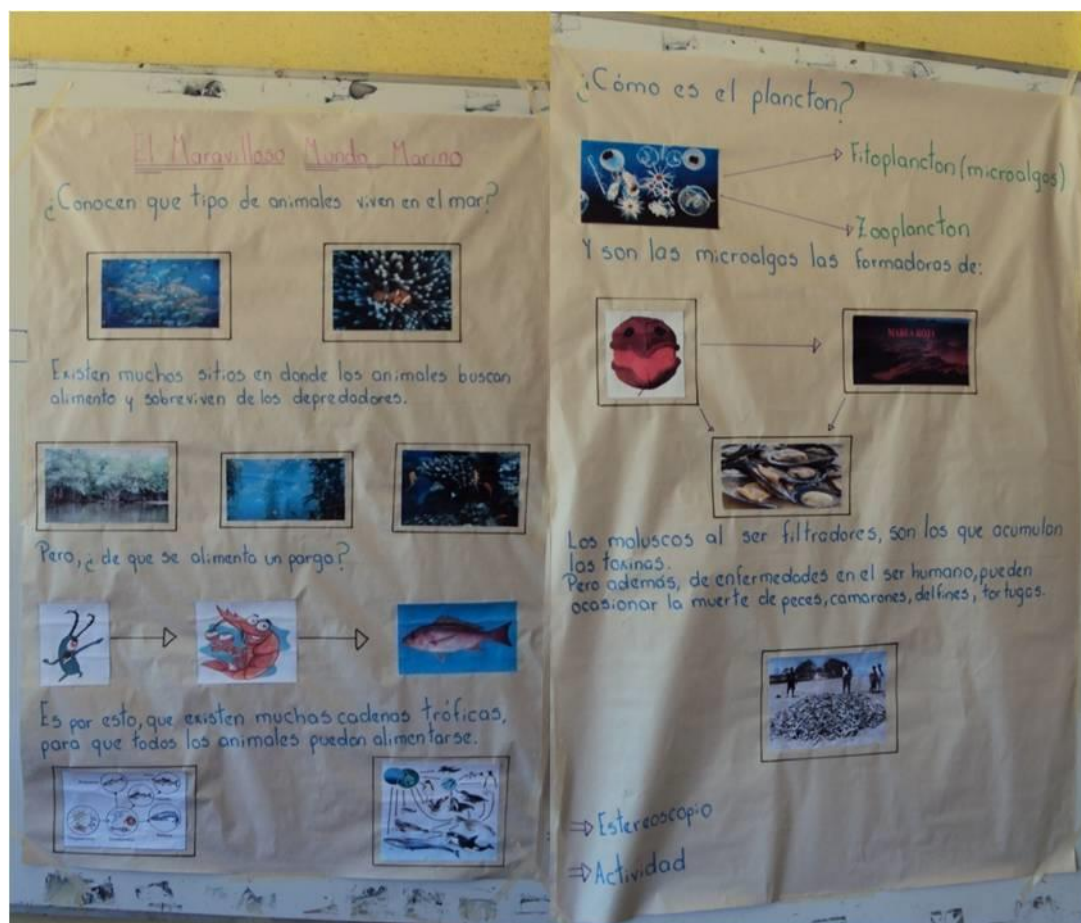


Figura 40. Material utilizado en la charla a los estudiantes de II Ciclo de la Escuela Gil Tablada Corea, El Jobo, Guanacaste.

Luego de la charla, se procedió a realizar una actividad en donde realizaron dibujos que mostraran acciones que perjudican a los ambientes marinos y por ende a los peces de importancia comercial. Acto seguido, en papeles en forma de hojas de un árbol, escribieron acciones que podía realizar toda la comunidad para evitar el deterioro de los ecosistemas marinos (Fig. 41). Por último, utilizando un estereoscopio, observaron muestras de fitoplancton y zooplancton colectadas en la zona, para que pudieran entender mejor los aspectos ecológicos explicados anteriormente (Fig. 42).



Figura 41. Actividades realizadas con los estudiantes de la Escuela Gil Tablada Corea, El Jobo, Guanacaste.



Figura 42. Observación al estereoscopio de los estudiantes de la Escuela Gil Tablada Corea, El Jobo, Guanacaste.

Luego, se realizaron dos capacitaciones con personas asociadas a la actividad pesquera, con el objetivo de analizar algunos factores asociados con la pesca en la zona. A la primera charla asistieron 20 personas (Fig. 43), en donde se abordaron aspectos más ecológicos acerca de los ambientes marinos y tuvieron la oportunidad de realizar observaciones al microscopio de luz de muestras de fitoplancton y zooplancton (Fig. 44).



Figura 43. Primera capacitación realizada a los pescadores de la comunidad, El Jobo, Guanacaste.



Figura 44. Observación mediante microscopía de luz, de muestras planctónicas por parte de los asistentes a la capacitación, El Jobo, Guanacaste.

A la segunda charla, asistieron 10 personas, donde se plantearon temas de las FANs, y cómo pueden afectar a la comunidad en aspectos económicos, ecológicos y de salud; así también de la manera adecuada de obtener muestras cuando se presentan episodios en la zona (Fig. 45). Para complementar la explicación, se les distribuyó un material acerca de los cuidados que hay que tener cuando se dan eventos de mareas rojas. También se conversó acerca de las posibles razones que estén afectando el recurso pesquero en la zona, ya que todos los asistentes coincidieron en que la captura cada vez es menor; por lo que, se han visto afectados de una forma directa tanto ellos como sus familias. Por último, se hablaron de algunas opciones que estaban tratando de implementar para poder hacerle frente al problema económico que tienen por la falta de captura.



Figura 45. Segunda charla realizada con los pescadores de El Jobo, Guanacaste.

## Discusión

### 1. Descripción de los parámetros físico-químicos, asociados al afloramiento costero

En agosto y octubre, los valores de penetración de la luz fueron los más altos (Fig. 2). Al ser las aguas más oligotróficas y con menos materia orgánica, esto se traduce en que la luz pueda llegar hasta los 15 m. Esto concuerda con los valores de fosfatos y clorofila *a*, ya que en estos meses presentan uno de los valores más bajos (Figs. 3 y 4). Las diferencias entre los Sitios, está más relacionada con la distancia que presentaban de la costa. Los Sitios 3 y 4, al estar más alejados no presentan la mezcla con aguas continentales y por esto son más oligotróficas y la penetración de la luz es mayor.

Los valores de clorofila *a* está relacionada con la cantidad de diatomeas presentes en el agua. De la comunidad fitoplanctónica, las diatomeas son los principales organismos fotosintéticos, y por ende presentan una mayor cantidad de clorofila *a* y *c* que otros organismos del Reino Protista (Alonso-Rodríguez 2004). En diciembre y febrero, al aumentar la cantidad de diatomeas, los valores de clorofila *a*, llegan a ser los más altos, en comparación a los otros meses donde la cantidad de organismos disminuye considerablemente (Fig. 3).

Las concentraciones de nutrientes están relacionadas con factores abióticos como temperatura, oxígeno disuelto y pH. Cuando aumentan los nutrientes como el fosfato en aguas superficiales, es debido al movimiento de aguas profundas frías y anóxicas que suben a la superficie por la acción del viento (Gaxiola 2002, Ciales-Hernández *et al.* 2006). Esta situación se refleja en el cambio de fosfatos a lo largo del año en Bahía Salinas (Fig. 4); de mayo a octubre, los vientos soplan con una menor intensidad y por esta razón, no se da un movimiento de aguas profundas. A partir de diciembre, la intensidad de los



vientos aumenta, lo que provoca el movimiento de aguas profundas y ricas en nutrientes a la superficie.

Al presentarse una variación de nutrientes a lo largo del año, esto tiene un efecto directo en las fluctuaciones en la composición fitoplanctónica. Cuando los nutrientes aumentan, las diatomeas alcanzan su tasa máxima de crecimiento, aumentando así la clorofila en las aguas (Brink 1985, Alonso-Rodríguez 2004), por tanto, existe una relación directamente proporcional entre la concentración de fosfatos y clorofila *a*, durante todo el año. Por otro parte el aumento de la turbulencia genera que las diatomeas que se encuentran en aguas más profundas emerjan a la superficie y se mantengan en esta zona durante el período de afloramiento (Fig. 5).

Los análisis de varianza presentados en los cuadros 1 y 2, nos refleja que tanto para la clorofila *a* y el fosfato, la única fuente de variación en los datos es la fecha, ya que no hubo diferencias significativas entre los sitios de muestreo. Es decir que las principales variaciones son explicadas por la época de afloramiento, que establece cambios significativos en cuanto a la concentración de clorofila y nutrientes, y este cambio se presentó en todos los sitios de muestreo, dando como resultado que no haya diferencias marcadas entre estos.

Las aguas superficiales, durante la época lluviosa (mayo a noviembre) son más cálidas, mientras que las aguas más profundas son más frías y ricas en nutrientes. Esta diferencia en la temperatura genera dos masas de agua, separadas por la termoclina, con una masa de agua superficial con menos nutrientes que la más profunda. Cuando inicia la época seca que empieza desde diciembre y hasta abril, los fuertes vientos se intensifican en la Bahía, la estratificación se rompe, y por ende se da una mezcla entre las aguas, llevando las aguas frías y ricas en nutrientes hasta la superficie. Como lo indica González & D'Croz (2006), uno de los factores a los que puede deberse las

variaciones de la termoclina, es el transporte de Ekman, ya que genera un cambio en el movimiento del agua superficial a la derecha de donde sopla el viento, así emerge las aguas profundas hacia la izquierda de donde sopla el viento.

El Sitio 1, el más cercano a la costa, está más en contacto con las masas de agua continentales, generando una mezcla de agua salina con el agua dulce de los ríos cercanos. En la época de lluvia, la salinidad en la superficie es una de las más bajas llegando a valores de 30 UPS. Durante la época seca, aumenta la salinidad en las aguas, superando los valores de 34 UPS en la superficie. Además, al ser el sitio con la menor profundidad, no se dan cambios drásticos de salinidad en toda la columna de agua, por lo que los principales cambios en la salinidad se deben a las condiciones climatológicas (Fig. 6).

Con respecto a las variaciones de temperatura en el Sitio 1, de mayo a octubre 2010, las temperaturas fueron más altas hasta los 12 m de profundidad a causa de la poca mezcla de las aguas en la Bahía y la alta radiación solar. A partir de noviembre al soplar los vientos, los valores de la temperatura en la columna de agua son más bajos producto de la mezcla de aguas y no se da una estratificación muy marcada (Fig. 7).

Para el Sitio 2, durante la estación seca, no se presenta una estratificación en cuanto a la salinidad, por lo que, en casi toda la columna de agua supera los 34 UPS. Esta es la época de afloramiento por lo que las aguas del fondo que son más salinas, se mezclan con las superficiales y como resultado la salinidad es más homogénea. En la época lluviosa, se forma una leve haloclina alrededor de los 20 m, separando dos masas de agua, las cercanas a la superficie, que por las lluvias van a mostrar valores más bajos de salinidad, mientras que las aguas profundas tienen una salinidad mayor (Fig. 8).

La temperatura, en el Sitio 2, presenta un comportamiento similar al presentado en el Sitio 1; sin embargo, al ser la profundidad mayor (30 m), durante la estación lluviosa tiende a descender a 26 °C después de los 20 m (Fig. 9). Los altos valores de temperatura y la disminución en la salinidad, de mayo a noviembre, se debe al descenso del afloramiento costero, en consecuencia de la reducción de los vientos como fue observado por Espinosa-Carreón y colaboradores (2001) en el Sur de California.

El Sitio 3, al ser uno de los lugares con una mayor profundidad, en la estación lluviosa se estableció una haloclina por debajo de los 20 m. Para la estación seca se rompe la estratificación y la salinidad conserva valores alrededor de los 34,5 UPS (Fig. 10). La temperatura mantuvo valores altos (entre 27 a 29 °C) de mayo a octubre. A partir de noviembre empezó a disminuir debido al incremento de los vientos, y a la circulación del agua alcanzando valores hasta de 15 °C a los 40 m de profundidad (Fig. 11).

El Sitio 4 como es el más alejado de la costa y el más profundo, tiene características diferentes a los otros tres sitios de estudio. No se establece una haloclina como tal, ya que los valores de salinidad son los más elevados hasta en la superficie (32 UPS), y se mantiene esta condición a lo largo del año, por lo que no se pueden apreciar diferencias muy marcadas por profundidad ni por tiempo (Fig. 12). Se formó una termoclina de junio a noviembre 2010, donde las aguas frías se encontraban en el fondo y las más cálidas en la superficie, por efecto de la disminución de los vientos y la radiación solar. A partir de noviembre, previo al afloramiento se intensifican los vientos y la recirculación de agua, genera que haya una mezcla del agua y disminuya la temperatura superficial (Fig. 13).

## 2. Diversidad y abundancia de las principales especies fitoplanctónicas

El grupo de los dinoflagelados es el segundo fitoplanctónico más abundante, después de las diatomeas (Graham & Wilcox 2000) y al ser un grupo cosmopolita, se encuentran en la mayoría de los ambientes marino-costeros. Al presentar características específicas, con respecto a otros grupos del Reino Protista, genera una amplia distribución a nivel geográfico y estacional. Las diatomeas, es el grupo más abundante y diverso en el fitoplancton, y aunque como se observa en el Cuadro 5, se identificaron menos especies de diatomeas, esto puede deberse a que durante la época de no afloramiento, son los dinoflagelados las especies que predominan en la columna de agua.

De los 16 géneros de dinoflagelados identificados, cinco de ellos han sido reportados formando FANs en nuestro país (*A. monilatum*, *A. sanguineum*, *C. polykrikoides*, *Gymnodinium* sp., *P. bahamense*) y seis de ellas son reportadas como especies acompañantes (*Ceratium* sp., *P. bahamense*, *Gymnodinium* sp., *Prorocentrum* sp., *A. sanguineum*, *A. monilatum*) (Vargas-Montero *et al.* 2008). Esto nos indica que Bahía Salinas, podría desarrollar fuertes episodios de floraciones algales con mayores impactos al ecosistema, si factores como la actividad antropogénica aumentan en la zona ocasionando un aumento en la contaminación como de coliformes fecales y aguas servidas. Esto lo menciona Cortés-Altamirano & Licea-Durán (2004) como un factor para que aumenten los eventos de mareas rojas.

Varias de las especies identificadas (Cuadro 3) son productoras de toxinas, con un efecto directo en la salud pública. Dinoflagelados como *Gymnodinium*, *Pyrodinium bahamense* y *Alexandrium*, están relacionados con toxinas del tipo paralizante (Gárate-Lizárraga *et al.* 2004b), con síntomas que van desde hormigueo en boca, manos y pies, seguidos por dificultad para respirar y dependiendo de la gravedad puede ocasionar hasta un paro respiratorio (Freer & Vargas-Montero 2003). La especie *Dinophysis caudata*, fue reportada por

Vargas-Montero y Freer (2002), como productor de toxinas diarreicas, que producen náusea, vómito, dolor abdominal y diarrea.

Al analizar los cambios en las poblaciones de fitoplancton, se observa una relación entre los porcentajes de abundancia de las diatomeas y dinoflagelados con el periodo de afloramiento. La dinámica de los dos grupos está relacionada con una distribución temporal (Fig. 14), donde las diatomeas es el grupo más abundante en los meses de afloramiento; mientras que los dinoflagelados son los que predominan en los meses de no afloramiento (Kuznar *et al.* 2009). Esta sucesión ecológica puede explicarse a partir de los factores de turbulencia y en la cantidad de nutrientes. Cuando hay una mayor turbulencia y por ende una concentración mayor de nutrientes, se da una sucesión de las especies heterótrofas por las autótrofas (Gasol *et al.* 1997), y son las diatomeas dentro del fitoplancton el mayor grupo de organismos fotosintéticos (Soler *et al.* 2003); además como las frústulas de las diatomeas están formadas por sílice, esto las hace más densas (Soler *et al.* 2003), lo que provoca que se hundan en la columna de agua; al aumentar la turbulencia genera que las diatomeas puedan permanecer en aguas superficiales por más tiempo.

Los dinoflagelados presentan diferentes tipos de alimentación, aproximadamente la mitad de las especies son autótrofas, porque contienen diferentes tipos de pigmentos que les permite realizar fotosíntesis. Es por esto, que necesitan realizar migraciones verticales para poder obtener la luz en la zona eufótica; sin embargo, también necesitan de otros elementos para poder desarrollarse por lo que les llama mixotróficos. Los organismos que son heterótrofos se alimentan de otras especies capturando sus presas (Graham & Wilcox 2000). Todas estas características hacen que los dinoflagelados puedan adaptarse a múltiples ambientes, y que sean las especies dominantes durante los meses de no afloramiento (Fig. 16).

En agosto se presentó una mayor cantidad de dinoflagelados (Fig. 16). Esto concuerda con la FANs identificada en Bahía Salinas, producida por *Cochlodinium cf. polykrikoides* (Fig. 21A), reportando valores de hasta 1600 cel/litro en el Sitio 4. Este género ha sido reportado como uno que produce coloraciones café-rojizo, pudiendo producir muerte masiva de peces, debido a la producción de mucus, lo que genera una muerte por sofocación (Cortés-Lara *et al.* 2004). No obstante para este estudio no se reportó la muerte de peces en los sitios muestreados. También, *C. polykrikoides* ha sido reportada dentro del ámbito de temperatura de 29 a 31 °C y en una salinidad entre 28,9 a 32,5 UPS (Garate-Lizárraga *et al.* 2004a), concordando con los datos físico-químicos reportados en este estudio para agosto 2010 (temperatura superficial promedio 29,07°C y salinidad superficial promedio de 32,5 UPS).

La composición fitoplanctónica en todos los sitios de Bahía Salinas es similar en las mismas fechas (Fig. 17). Pero difieren con la fecha de muestreo, las fechas 5 (diciembre 2010) y 6 (febrero 2011), durante el afloramiento costero, forman un grupo separado de las fechas 1, 2 y 4 (mayo, junio y octubre 2010), que son las muestras de no afloramiento. Las de agosto 2010, forman dos grupos entre las de la superficie y las de 15 m; esto se explica a que esta fue la fecha que presentó un episodio de FANs con una mayor cantidad de organismos en la superficie que en aguas más profundas.

Las especies del género *Ceratium*, en su mayoría son dinoflagelados mixotróficos, porque pueden realizar fotosíntesis, pero también pueden ingerir material particulado (Vargas-Montero y Freer 2004b), esto les confiere una gran ventaja con respecto a otras especies de microalgas pudiendo permanecer en la columna de agua durante todo el muestreo (Fig. 22). En cuanto a *Chaetoceros*, es considerado como un género de amplia distribución y una alta diversidad (Sunesen *et al.* 2008), lo que puede contribuir a que se haya encontrado en todos los sitios de muestreo (Fig. 20). En el caso de *Prorocentrum*, Hernández-Becerril

y colaboradores (2000), indican que este género puede tener varios hábitos, ya sea planctónico, bentónico o epífito, lo que le confiere una mayor distribución mundial, y una alta diversidad en aguas tropicales y subtropicales. Esta puede ser la razón por lo que fue uno de los géneros identificados en la mayoría de los meses de muestreo. La diatomea *Rhizosolenia*, es uno de los géneros más diversos dentro de las diatomeas céntricas, junto con el género *Chaetoceros* y como menciona Tabassum y Saifullah (2011), tiene una asociación con algas verdes-azules dentro de su frústulas, que podría conferirles cierta ventaja adaptativa con respecto a otras diatomeas y así poder permanecer por más tiempo en la columna de agua. Ambos géneros de diatomeas se encontraron en la mayoría de los meses de muestreo, lo que los une en el dendrograma (Fig. 18).

Los dinoflagelados fueron más abundantes durante la época de no afloramiento. Una explicación de este fenómeno puede atribuirse a que cuando el ambiente es más oligotrófico, las especies que se adaptan mejor son los dinoflagelados, por requerir menos nutrientes. Las diatomeas necesitan una mayor cantidad de nutrientes para poder desarrollar sus frústulas, fueron las especies dominantes durante los meses de afloramiento (Fig. 19).

La similitud entre la presencia de las especies *Cochlodinium cf. polykrikoides*, *Alexandrium cf. monilatum* y *Pyrodinium bahamense* (Fig. 18), se debe a que las dos últimas fueron las especies acompañantes de la marea roja ocasionada por *Cochlodinium* en agosto 2010 en Bahía Salinas.

### **3. Composición y abundancia de peces más capturadas**

De las especies capturadas durante los meses de estudio, fueron las pertenecientes a la familia Lutjanidae, las de mayor importancia comercial (Cuadro 4). *Lutjanus argentiventris* ha sido reportada como una especie de importancia comercial en el Pacífico colombiano (Rojas *et al.* 2004). Se desarrolla

principalmente en arrecifes coralinos, zonas rocosas, estuarios y desembocadura de ríos (Fischer *et al.* 1995). Los juveniles de *L. guttatus*, crecen en zonas de manglar y los adultos viven en aguas más profundas. Mientras que para los individuos de *L. peru*, los machos prefieren los arrecifes coralinos, mientras que las hembras se encuentran en zonas costeras (Santamaría-Miranda *et al.* 2003). Durante diciembre y febrero, al subir las aguas frías del fondo, posiblemente obliga a especies como *Mustelus lunulatus*, a migrar a aguas más someras y por eso fueron capturadas con los trasmallos ubicados aproximadamente a 50 m de profundidad (Cuadro 4).

Tanto las especies de *L. argentiventris* y *L. peru*, presentaron un crecimiento alométrico positivo, es decir que las especies están creciendo más en peso que en longitud (Figs. 23 y 25), mientras que *L. guttatus*, tuvo un crecimiento alométrico negativo, por lo que están creciendo más en longitud que en peso (Fig. 24). Estas diferencias podrían atribuirse a que exista una competencia por el alimento y por eso no crecen de una forma isométrica. Además, las diferencias entre las especies encontradas tienen una relación directa con la época de afloramiento.

La distribución de las tallas promedio para las tres especies fueron similares, a excepción de *L. guttatus* (Fig. 27), que presentó el ámbito de tallas más amplio (28 cm hasta 42 cm). La talla promedio para *L. argentiventris* en este estudio fue de 29,9 cm, lo que nos muestra que los organismos capturados no han llegado a su madurez sexual, según lo reportado por Rojas y colaboradores (2004), quienes indican que la longitud total promedio para alcanzar la madurez sexual es de 51,5 cm. Para *L. peru*, la talla de madurez sexual corresponde a 29 cm de longitud de horquilla (Santamaría-Miranda *et al.* 2003). Para las especies capturadas se llegó a una longitud horquilla promedio de 29,3 cm, es decir, las especies capturadas apenas estaban llegando a su primera madurez sexual. En el caso de *L. guttatus*, su madurez sexual se alcanza a una



longitud total de 23,5 cm (Correa-Herrera & Jiménez-Segura 2013), siendo la única especie capturada que está por encima de la talla reproductiva.

Estos resultados reflejan que con respecto a *L. argentiventris*, fue la única especie en donde los individuos no han podido reproducirse. Para *L. peru*, al estar el promedio justo en la talla de la madurez sexual, puede sugerir que algunos individuos hayan podido reproducirse antes de ser capturados. Sólo *L. guttatus* pudo haberse reproducido varias veces antes de la captura. Las tallas tan bajas en los organismos capturados, nos sugiere que la mayoría al no reproducirse, las poblaciones van disminuyendo en las poblaciones de Bahía Salinas, afectando de manera directa las capturas de estas tres especies.

Existe una relación lineal entre la longitud total y la longitud estándar en las tres especies de lutjánidos estudiados. Es decir, que ambas longitudes van creciendo de manera proporcional, y por este motivo, el tamaño de los pargos capturados es proporcional a su aleta caudal (Fig. 28).

Las Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE) totales obtenidos durante los meses de muestreo, fueron muy diferentes tanto por fecha como por especie. Para agosto 2010, como coincidió con la FANs producida por *Cochlodinium polykrikoides*, no se realizaron capturas, ya que cuando hay un episodio de floraciones, los pescadores artesanales no salen a pescar por recomendaciones de INCOPECA. La mayor captura se dio en diciembre 2010 y febrero 2011 (Cuadro 5). Por ser época de afloramiento, las especies de aguas más profundas suben a aguas someras y por eso la captura aumentó. No obstante hay que recalcar que aunque aumente la captura, esto no se traduce en una mayor remuneración económica, porque como las especies capturadas no son de importancia comercial en la zona, sólo las utilizan para consumo local.

Cuando se estudian las CPUE tanto por tiempo como por área, los resultados son muy diferentes. Para *L. argentiventris*, la CPUE en mayo 2010, dio un resultado de cero, ya que no hubo ninguna captura de esta especie. Durante

diciembre 2010 y febrero 2011, las CPUE por horas fueron mayores a las registradas por área. Esto resultados contrastantes se deben a que en cada caso se utilizaron tres trasmallos diferentes, por lo que el área en mayo y diciembre fue de 600 m<sup>2</sup>, y para febrero el área fue de 1500 m<sup>2</sup>, mientras que todas las inmersiones fueron de 24 horas, el área de los trasmallos fue variable, lo que provocó las diferencias encontradas (Cuadro 6).

Para el caso de *L. guttatus* (Cuadro 7), hubo capturas durante las tres fechas, siendo su mayor CUPeT en febrero; se capturó 554,35 gramos por hora. Los resultados vuelven a diferir si son por área, ya que para la misma fecha, se capturó un total de 8,50 gramos por m<sup>2</sup>. Y por último para *L. peru*, en febrero el CPUE fue cero, debido a que no se capturó ningún espécimen. Los más altos valores se dieron en mayo 2010, CUPeT de 381,25 y CUPeA de 15,25 (Cuadro 8). Si se ven los resultados obtenidos para *L. argentiventris* y *L. peru*, estos se complementan, siendo *L. peru* la que predomina en mayo; mientras que *L. argentiventris* fue en febrero 2011. Esto puede explicarse porque estas especies al tener hábitos similares, y para evitar la competencia interespecífica, van a dominar en diferentes épocas del año.

Aunque ambas especies se alimentan principalmente de crustáceos, esto nos podría indicar que exista una competencia por el recurso. No obstante, al presentar *L. peru*, una migración de aguas someras a aguas más profundas puede ayudar a que disminuya la competencia y se encuentren en los sitios de captura en diferentes fechas del año (Santamaría-Miranda *et al.* 2005). Otro factor que pueden incidir en las diferencias de capturas encontradas es la sobreexplotación de las especies, lo que genera una fluctuación con respecto a la abundancia de las poblaciones, reduciendo la competencia interespecífica y pueda desarrollarse una coexistencia de las especies tanto en el tiempo como en el espacio (Chiappa-Carrara *et al.* 2004).

La captura para las tres especies es muy baja por lo que el esfuerzo pesquero en Bahía Salinas es muy alto. No obstante, al presentar características de afloramiento costero, debería de presentar una mayor captura algunos meses después del período de afloramiento como se ha observado en otras regiones (Quispe *et al.* 2010); sin embargo, las capturas son bajas durante todo el año. Esta situación, puede reflejar que la presión de captura es tan alta que no permite de las poblaciones de peces puedan desarrollarse y así traducirse en un aumento en su cantidad, gracias al aumento de nutrimentos y por ende un aumento en la disposición de plancton.

Como se observa en los datos de INCOPESCA (Fig. 29), en Guanacaste, las capturas han ido disminuyendo desde el año 2000, siendo cada vez más bajas las capturas. Factores como las capturas de juveniles, la alta sobreexplotación del recurso, la fuerte demanda, son factores que inciden de manera directa sobre la problemática del recurso pesquero. Además, no podemos dejar de lado toda la problemática socio-económica que se desarrolla en la zona (que se analizará en el siguiente apartado), esto nos lleva inferir que se necesita de una buena gestión en la zona para poder dar solución a la problemática en la Bahía.

#### **4. Determinación de los aspectos socio-económicos y su relación con la pesca artesanal, presentes en la comunidad de El Jobo, Bahía Salinas**

Como se muestra en los datos suministrados por el EBAIS de La Cruz, el distrito de El Jobo, la mayoría de las familias tienen ingresos relativamente bajos, por lo que pertenecen al sector de clase media-baja. Debido a esta condición de pobreza y a que a lo largo de los años las familias cada vez son más pequeñas, el promedio de miembros de una familia es de 4,8 miembros. Las familias tienen un comportamiento clásico de una familia nuclear, en donde el jefe de familia es el hombre, por lo que él es el encargado de la parte económica de la casa; mientras la mujer es la jefa de hogar y se encarga de la

educación de los hijos y de las labores domésticas. Las familias lideradas por mujeres, se debe al hecho de que son madres solteras o separadas (Fig. 30).

Existe una relación entre los resultados obtenidos de edad de los jefes de familia y el tiempo de residencia que tienen en la zona. Esto nos indica que la mayoría de las familias tienen un sentido de pertenencia en la zona donde nacieron y sugiere que casi no hay migración, por lo que la mayoría tiende a permanecer en su sitio de origen, como se ha reportado en otros lugares de nuestro país (Bozzoli & Chaves 1987). Otra relación encontrada se da entre la edad de los jefes de familia y la profesión de estos, ya que la mayoría de los entrevistados son pescadores y la mediana de edad de los jefes de familia osciló entre los 40 a 44 años, situación que sugiere que la pesca es una actividad que aprenden desde pequeños de sus padres y practican durante toda su vida; patrón que se repite en otras zonas costeras, como es el caso de Puntarenas (Chag & del Río 2005).

Aunque sólo un 5,3% de los habitantes de la zona son analfabetas, los jefes de familia entrevistados, presentan una baja escolaridad (Fig. 32), lo que los obliga a tener empleos como pescadores en la mayoría de los casos o ser agricultores. Ambas actividades en la zona dejan poca remuneración económica, debido a la sobreexplotación del recurso pesquero y a que los factores abióticos y edáficos, no son aptos para el desarrollo de una buena agricultura. Las personas que tienen un nivel de educación mayor pudieron competir por otras fuentes de empleo, como policías, recepcionistas o comerciantes, pero son los empleos con porcentajes más bajos (Fig. 31).

Las jefas de hogar también presentan un nivel de escolaridad bajo, ya que como tienen que encargarse de los aspectos de la familia y hogar, no tienen muchas opciones para poder continuar con los estudios (Fig. 33). Esto nos sugiere que debido a la baja escolaridad, tanto los hombres como las mujeres, no tienen opciones de optar por un mejor trabajo, como muchos pescadores

artesanales en otros países (De la Cruz-González *et al.* 2011) y así aumentar los ingresos económicos de las familias, situación que afecta el desarrollo de la comunidad.

Otra característica que afecta la permanencia de los jefes de familia como pescadores, es la falta de opciones de empleo en la zona. Son muy pocas las alternativas laborales que existen en la zona, situación que agrava la economía local, lo que se relaciona con que la mayoría no tenga un empleo ni un salario fijo. Cuando las capturas son muy bajas, muchos de los entrevistados indicaron que tampoco tienen otra opción laboral para compensar, el dinero perdido por la poca captura. Sin embargo, el arraigo que tienen por la zona hace que no se trasladen a otras comunidades a buscar otras opciones de empleo y así mejorar su economía.

Otro factor que induce al arraigo de las familias a la comunidad es que la mayoría tienen casa propia, o es prestada y en un menor porcentaje alquilan. Esta característica les da un sentido de pertenencia, por lo que aunque las condiciones laborales son escasas, siguen viviendo en El Jobo (Fig. 34). El que la mayoría de los entrevistados posea casa propia, no se traduce en una mejor condición económica, porque la mayoría de las casas están construidas por madera, block y zinc, pero con materiales en malas condiciones (Fig. 35). Otros problemas que presentan los pobladores son la escasez de agua, debido a la marcada estación seca. En el verano, al disminuir considerablemente el agua potable, pasan días sin que tengan acceso al recurso y por esta razón, tienen que estar compartiendo el agua de las personas que tienen pozos en sus casas. Esto genera un sentimiento de frustración, porque además de los problemas económicos, no pueden acceder a las necesidades básicas a la que todo ser humano debería tener derecho.

Como la principal fuente de ingresos en la zona es la pesca artesanal, presenta una fuerte presión sobre el recurso y sin una verdadera regulación en

la zona genera fuertes conflictos sociales. Bozzoli y Chaves (1987), mencionan que en trabajos realizados con pescadores artesanales en Golfito, tienen el concepto de que “la mar es de todos”, situación que agrava la cantidad de peces disponibles, porque nadie se hace responsable por la sobreexplotación que se ha venido generando desde hace varios años. Esto coincide con los resultados obtenidos en las encuestas, en donde el 83% de las personas, indicaron que se ha presentado un cambio negativo en la actividad pesquera y entre las posibles causas del cambio las atribuyen al uso de malla grande, fenómenos naturales, presencia de barcos camaroneros en la zona; pero sólo un 28% indicó a que se deba a la sobreexplotación (Fig. 36). Esto es una señal de alarma de que todavía no han podido enfocar las verdaderas causas del problema, porque por regulaciones de INCOPECA, la luz de malla pasó de ser 3,5 pulgadas a 4,5 pulgadas, pero aun así capturan tallas inferiores a las de la madurez sexual.

El tipo de arte que más utilizan son el trasmallo y la cuerda (Fig. 37). En la zona hay alrededor de 15 a 20 embarcaciones que salen prácticamente todos los días a recoger los trasmallos. Cada embarcación recoge alrededor de tres trasmallos, ya que trabajan en pequeños grupos, siendo uno el dueño de la panga o el que la alquila. Esto significa que en la Bahía son alrededor de 45 trasmallos que lanzan diariamente. Estas condiciones, genera una alta demanda en el recurso y al no existir una regulación eficaz, ni estudios donde se revele la capacidad de flota artesanal de Bahía Salinas, genera que existan problemas de grandes esfuerzos de captura. Además, existe una presión por parte de los nicaragüenses en cuanto al establecimiento de la línea fronteriza en el Pacífico Norte, problemas con los barcos camaroneros, conflictos con las regulaciones establecidas por INCOPECA. Todos estos factores, generan problemas de salud, nutrición, educación, vivienda digna y de un mejor desarrollo de la comunidad.

Con respecto a la apreciación que tienen los pescadores de las mareas rojas en la zona, la mayoría indicó que si han observado episodios de FANs en la zona, pero no saben por qué es que se desarrollan, ni si tienen otras consecuencias aparte de que no pueden salir a pescar. Como ellos ven una relación directa entre las mareas rojas y la disminución de ingresos, aunado a la falta de conocimiento acerca de la dinámica de estos eventos; la mayoría de los entrevistados indicó que prefieren una ayuda económica por parte del Estado cuando se presenten los eventos en la zona, a que esta ayuda se enfatice a disminuir los riesgos que hagan que las floraciones puedan ir aumentando en los próximos años (Fig. 38). Las respuestas obtenidas con respecto a la disminución del recurso y al tipo de solución que prefieren cuando se dan las mareas rojas, denota que tienen una idea acerca de un Estado paternalista, que tiene que darle solución a todos sus problemas. Esta idea se debe ir cambiando si se quiere mejorar la condición económica de los pobladores y por ende tener una mejor calidad de vida.

##### **5. Actividades realizadas para dar recomendaciones en la gestión integrada en Bahía Salinas**

Mediante las actividades realizadas con los estudiantes de II Ciclo de la Escuela Gil Tablada Corea (Fig. 39), se pudo observar que los niños tienen un gran conocimiento de las actividades pesqueras que se dan en la zona, producto de que la mayoría son hijos de pescadores. Los temas en los que tenía un vacío de conocimiento eran acerca de la ecología de las especies de importancia comercial y de cuáles factores afectan a las poblaciones de peces. Con las explicaciones realizadas (Fig. 40), entendieron más acerca de la dinámica trófica que se da en la Bahía y además de que ellos mismos, luego del conocimiento adquirido pudieran generar el conocimiento de las acciones que pueden dañar a los ambientes marinos-costeros (Fig. 41). Por último, con la actividad de

observación de plancton al microscopio, pudieron entender de manera más gráfica todos los conceptos aprendidos.

La finalidad de estas actividades radica en el hecho que como existen un sentimiento de arraigo y pertenencia tan fuerte en la comunidad, es necesario que desde que están en primaria, vayan entendiendo la complejidad asociada con los sistemas marinos costeros, para que, en un futuro puedan tomar decisiones más ecuanímes con respecto al recurso pesquero y así puedan establecerse acciones más equilibradas que beneficien a la comunidad y al ecosistema.

Las capacitaciones realizadas con los pescadores de la zona, se basó principalmente en darles a conocer un poco acerca de la dinámica costera que se presenta en Bahía Salinas y además, para poder establecer un diálogo acerca de la concepción que tienen acerca del desarrollo de la pesca artesanal en la zona (Fig. 43). Luego de la charla se realizó una actividad con el microscopio, en donde pudieron observar muestras de fitoplancton de la Bahía y así lograran asimilar mejor los conceptos (Fig. 44).

En una segunda charla, se entendieron mejor los conceptos de dinámica trófica y aspectos que los pueden alterar, como la sobreexplotación y las mareas rojas (Fig. 45). Además, de cómo estos eventos también los pueden afectar no sólo en el aspecto económico sino, también en cuanto a la salud. También los pescadores manifestaron su preocupación en cuanto a la disponibilidad de recurso y a la escasez de fuentes de empleo. Como existe una Asociación de Pescadores, esta ha tratado de realizar algunos esfuerzos para poder establecer otras fuentes de empleo, realizando cultivos de camarón en ciertas zonas de manglar. La idea no se había podido implementar del todo debido, a la Ley Forestal No. 7575, y a la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554, les ha impedido desarrollar la actividad por encontrarse en un manglar.



El problema radica en que a pesar de todos los esfuerzos que está realizando la Asociación, estos no han podido concretarse. Por otro lado, no todos los pescadores de la Bahía pertenecen a la Asociación, situación por la cual, la presión sobre el recurso pesquero no se ha eliminado. Para poder establecer líneas base para un manejo costero integrado, con todos los resultados obtenidos en este estudio se debe tener en cuenta varios aspectos: el primero, que están presentes los factores ambientales para que aumente la cantidad de peces, pero esto no se reflejó en los resultados de captura obtenidos. Segundo, a pesar de que se presentó un evento de FANs, este no dejó impactos drásticos a nivel económico y ecológico, pero no quiere decir que si la dinámica costera cambia no lleguen a causar problemas en un futuro. Tercero, la problemática social de los pobladores de El Jobo genera mucha presión sobre el recurso pesquero, y cuarto, las acciones realizadas por la Comunidad, como la creación de la Asociación de pescadores de El Jobo y el planteamiento de un proyecto camaronero en la zona, no han sido suficientes como para cambiar la problemática presentada.

Al tener claro todos los factores involucrados, hay que establecer un objetivo donde se pueda integrar una estrategia que pueda implementarse a mediano y largo plazo, que asegure el aprovechamiento sostenible de los recursos marino-costeros. Antes de empezar a establecer sugerencias para la gestión en la zona, tiene que quedar claro, que la problemática no puede ser abordada sólo por la comunidad, ya que son varios los actores involucrados para poder mejorar las condiciones en Bahía Salinas. Se necesita de la participación del Estado, con INCOPECA, para velar por la buena ejecución de las acciones a tomar, además, la Academia toma un papel clave, para asegurar que los datos de las investigaciones realizadas sean fidedignos, y también la participación de la Comunidad representada por los pescadores ya que serán en

gran parte los ejecutores de las acciones a seguir, como ha sugerido Chaves (2012).

Para poder implementar un comanejo en la zona, es necesario, que los actores involucrados, entiendan cuáles fueron las acciones que han generado la situación actual en Bahía Salinas. Principalmente los pobladores deben desarrollar no sólo el sentido de pertenencia, sino también ver el ecosistema de forma integral, para entender los aspectos que ha llevado a la baja captura. Así la participación de los pescadores no sólo será para ver resultados inmediatos, sino que podrán analizar que las ventajas serán a mediano y largo plazo (Fernández 1999).

El implementar un ordenamiento costero, puede ser la clave para asegurar la sostenibilidad del recurso en la Bahía. Lo primero es que se necesita es un período en donde los “stocks” pesqueros puedan recuperarse y alcanzar tallas que les permitan haberse reproducido. Para lograr este objetivo, se necesita empezar por investigar la dinámica poblacional de las especies de peces de importancia comercial, ya que, por la dinámica físico-química de la Bahía, presentan características muy diferentes a las presentadas en otros ambientes marino-costeros de nuestro país. Al identificar la edad reproductiva, sitios de desove, alimentación, se puede establecer parámetros que ayuden a los stocks pesqueros a recuperarse.

Este ordenamiento puede ser posible, si se desarrolla un plan de área marina para la pesca responsable, porque así será la misma Comunidad la que velará que las disposiciones acordadas por los actores involucrados, sean implementadas y respetadas (Barragán 2012). Como los pescadores tienen un vínculo mucho más fuerte, por ser el lugar donde viven, podrán velar de una manera más eficiente por que se cumplan con todas las acciones planteadas, y así se podrá asegurar la conservación de los ambientes marinos y la mejora en la calidad de vida de las familias que dependen económicamente de la pesca.

El formar una cooperativa que tenga una misión de desarrollar estrategias donde se fortalezca las opciones de empleo, mejorando la calidad de vida de las personas involucradas, sin dejar de lado la sostenibilidad de los recursos marinos, puede ser la clave del éxito de una gestión integrada. Estrategias implementadas por CoopeTárcoles (CoopeSoliDar R.L. 2008) podrían ser útiles para los problemas encontrados en Bahía Salinas. Eliminar intermediarios, respetar las zonas de pesca mediante la realización de un mapa pesquero, la luz de maya, y desarrollar otras actividades asociadas con la pesca, sin que sea necesariamente la extracción del recurso, pueden ayudar a la Comunidad a darle un mejor uso a los recursos que presenta la zona que ha sido su fuente de ingresos por tantos años, y asegurando que futuras generaciones tendrán un patrimonio con el cual podrán trabajar.

## Conclusiones

- 1) Factores abióticos como salinidad y nutrimentos tienen a aumentar en la época de afloramiento, debido a que las aguas profundas que emergen a la superficie presentan una salinidad y concentración de nutrimentos mayor, además son aguas frías, lo que concluye que existe una relación entre los cambios de factores físico-químicos con el período de afloramiento costero.
- 2) Los dinoflagelados son los organismos predominantes en la época de afloramiento; mientras que las diatomeas son las que dominan los porcentajes de abundancia en las muestras fitoplanctónicas durante la época de afloramiento. El dinoflagelado *Ceratium* y la diatomea *Chaetoceros* permanecieron en la columna de agua durante los meses de muestreo.
- 3) Las especies de peces de mayor importancia comercial para la zona fueron las pertenecientes al género *Lutjanus*, donde la mayoría de los organismos capturados, no han alcanzado la madurez sexual. Además, la captura por unidad de esfuerzo es muy baja durante los meses de muestreo, inclusive en fechas posteriores al afloramiento costero.
- 4) La población de El Jobo está formada por familias nucleares, de bajos ingresos económicos, donde la principal fuente de ingresos es la pesca; la escolaridad es baja tanto de los jefes de familia como de las jefas de hogar.
- 5) El sentido de arraigo en la zona, aunado a la baja escolaridad, pocas opciones de empleo, genera una presión sobre el recurso pesquero, lo que se traduce en problemas sociales y económicos, por la disminución de las ganancias obtenidas por la pesca.
- 6) El utilizar el potencial de los pescadores para el desarrollo económico, social y ambiental, podría ser uno de los factores clave para mejorar las condiciones de Bahía Salinas. Darle un sentido de pertenencia a la Comunidad, mientras que el Estado y la Academia sean los veladores del plan podría ser una estrategia que mejore la calidad de vida de los habitantes de El Jobo.
- 7) La formación de un área marina para la pesca responsable es una propuesta que ha sido eficaz para la comunidad de Tárcoles, porque ha mejorado las

condiciones de vida de la comunidad y además protegen los ambientes marino-costeros.

## Referencias

- Alonso-Rodríguez, R. 2004. Hidrobiología y condiciones ambientales que determinan la proliferación de dinoflagelados causantes de marea roja en la Bahía de Mazatlán, México. Tesis de doctorado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, La Paz, BCS, México. 117 p. y anexos.
- Barragán, J.M. 2012. Manejo Costero Integrado en Iberoamérica: Diagnóstico y propuestas para una nueva política pública. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz, España. 152 p.
- Bauer, M. 2006. Harmful Algal Research and Response: A Human Dimensions Strategy. Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts. 58 p.
- Bozzoli, M. & M. Chaves. 1987. Los pescadores pichorchos de Golfito. Ciencias Sociales 35: 9-17.
- Brink, K. 1985. Some aspects of physical processes in coastal upwelling. Inst. Inv. Pesq. 1: 5-14.
- Bussing, W.A. & M. López. 1993. Peces demersales y pelágicos costeros del Pacífico de Centro América Meridional. Guía ilustrada. Publicación Especial de la Rev. Biol. Trop.: 164 p.
- Chang, G. & X. del Río. 2005. Léxico de la pesca artesanal puntarenense en el Golfo de Nicoya, una aproximación etnográfico-semántica en Chomes, Costa de Pájaros, Isla Chira y Puntarenas centro. Rev. Artes Letras 29: 77-88.
- Chaves, J.A. 2012. Pesca responsable en Costa Rica: una lectura crítica. FECOP, San José, Costa Rica. 133 p.
- Chavez, F., A. Bertrand, R. Guevara, P. Soler & J. Csirke. 2008. El sistema del norte de la Corriente de Humboldt, historia breve. Estatus actual y una vista hacia el futuro. Progr.Oceanogr.79: 3-15.
- Chiappa-Carrara, X., A. Rojas-Herrera & M. Mascaró. 2004. Coexistencia de *Lutjanus*

- Peruy Lutjanusguttatus*(Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México: relación con la variación temporal en el reclutamiento. *Rev. Biol. Trop.* 52(1): 177-185
- Cole, B. & J. Cloern. 1987. An empirical model forestimating phytoplankton productivity in estuaries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 36:299–305.
- CoopeSoliDar R.L. 2008. Gente del mar y uso sostenible de los recursos de un refugio marino en el Pacífico Norte de Costa Rica. CoopeSoliDar, R.L, San José, Costa Rica. 59 p.
- Correa-Herrera, T. & L. Jiménez-Segura. 2013. Biología reproductiva de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en el Parque Nacional Natural Utría, Pacífico Colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 61(2): 829-840.
- Cortés-Altamirano, R. & S. Licea-Durán. 2004. Decoloración en proliferaciones de microalgas como parámetro bioindicador en la Bahía de Mazatlán, México. *Rev. Biol. Trop.* 52(Supl. 1): 27-34.
- Cortés-Lara, M., R. Cortés-Altamirano & A. Sierra-Beltrán. 2004. Presencia de *Cochlodiniumcatenatum*(Gymnodiniales: Gymnodiniaceae) en mareas rojas de Bahía de Banderas, Pacífico Mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 52(Supl. 1): 35-49.
- Criales-Hernández, M., C. García & M. Wolff. 2006. Flujos de biomasa y estructura de un ecosistema de surgencia tropical en La Guajira, Caribe Colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 54 (4): 1257-1282.
- D' Cruz, L. & A. O'Dea. 2007. Variability in upwelling along the Pacific shelf of Panama and implications for the distribution of nutrients and chlorophyll. *Coast.ShelfSci.* 20 :1-16.
- De la Cruz-González, F., O. Morales-Pacheco, S. Ramos-Cruz & Ma. Luna-Raya. 2011. Perfil sociodemográfico y económico de los pescadores de las localidades del sistema lagunar La Joya Buenavista-Cordón Estuárico, Chiapas. *Ciencia Pesquera* 19(1): 61-69.
- Espinoza, M. & V. Nielsen. 2006. Especies comerciales I: Peces. Pp: 87-104. *In:* V.

Nielsen-Muñoz y M.A. Quesada-Alpizar (Eds.). Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José, Costa Rica.

Espinosa-Carreón, T., G. Gaxiola-Castro, J.M. Robles-Pacheco & S. Nájera-Martínez.

2001. Temperatura, salinidad, nutrientes y clorofila a en aguas costeras de la ensenada del Sur de California. *Ciencias Marinas* 27(3): 397-422.

Fernández, C., J.J. Alvarado & V. Nielsen. 2006. Golfo de Nicoya. Pp: 177-184. *In*: V.

Nielsen-Muñoz y M.A. Quesada-Alpizar (Eds.). Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José, Costa Rica.

Fernández, J. 1999. Los estudios de antropología de la pesca en España: Nuevos problemas, nuevas tendencias. *Etnográfica* 3(2): 333-359.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sornoner, K.E. Carpenter & V.H. Nsem. 1995.

Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca; Pacífico Centro-Oriental. Vol II y III. Peces FAO. Roma, Italia. 1687 p.

Fonseca, A. 2006. Golfo de Papagayo. Pp: 185-193. *In*: V. Nielsen-Muñoz y M.A.

Quesada-Alpizar (Eds.). Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica, Informe Técnico. CIMAR, CI, TNC, San José, Costa Rica.

Freer, E. & M. Vargas-Montero. 2003. Floraciones algales nocivas en la Costa Pacífica de Costa Rica. *Acta Médica Costarricense* 45(4):158-164.

Gárate-Lizárraga, I., D.J. López-Cortes, J.J. Bustillos-Guzmán & F. Hernández-

Sandoval. 2004a. Blooms of *Cochlodinium polykrikoides* (Gymnodiniaceae) in the Gulf of California, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 52(Supl. 1): 51-58.

Gárate-Lizárraga, I., J.J. Bustillos-Guzmán, K. Erler, M.S. Muñetón-Gómez, B. Luckas &



- A. Tripp-Quezada. 2004b. Paralytic Shell fish toxins in the chocolate clam, *Megapitaria squalida* (Bivalvia: Veneridae), in Bahía de La Paz, Gulf of California. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl. 1): 133-140.
- Gasol J.M., P. del Giorgio & C.M. Duarte. 1997. Biomass distribution in marine Planktonic communities. *Limnology and Oceanography* 42: 1353-1363.
- Gaxiola-Castro, G., S. Álvarez-Borrego, S. Nájera-Martínez & R. Zirino. 2002. Efecto de las ondas internas en el fitoplancton del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 28(3): 297-309.
- González, L.M. & L. D' Cruz. 2007. Variabilidad Espacial del Afloramiento en el Golfo de Panamá. *Tecnociencia*. Vol 9(2): 107-119.
- Graham, L. & L. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A. 640 p.
- Guzmán-Mora, A. & H. Molina-Ureña. 2007. La pesca artesanal de peces en Golfo Dulce, Costa Rica. *GCFI* (60): 137-142.
- Hernández-Becerril, D., R. Cortés-Altamirano & R. Alonso. 2000. The dinoflagellate genus *Prorocentrum* along the coasts of the Mexican Pacific. *Hydrobiología* 418: 111-121.
- Jiménez, C. 2001. Seawater temperature measured at the surface and at two depths (7 and 12 m) in one coral reef at Culebra Bay, Gulf of Papagayo, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49 (Supl. 2): 153-161.
- Kuznar, J., J. Espinosa, S. Avaria, M. Valenzuela, C. Pavez & M. Egaña. 2009. Efectos microbiológicos producidos por un evento de surgencia costera en Chile Central. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44 (1): 189-196.
- Margalef, R. 1978a. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanol. Acta* 1: 493-509.
- Margalef, R. 1978b. What is an upwelling ecosystem? Pp. 12-14. *In* R. Boge & M. Tomczak (Eds). *Upwelling Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlín, Alemania.
- Méndez, S. 2006. Impacto de las floraciones algales nocivas en Uruguay: origen,

- dispersión, monitoreo, control y mitigación. Pp: 57-69. In R. Menafrá, L. Rodríguez-Gallego, F. Scarabino & D. Conde (Eds). Bases para la conservación y manejo de la costa Uruguaya. Graphis, Montevideo, Uruguay.
- Morales-Ramírez, A., R. Viquez, K. Rodríguez & M. Vargas. 2001. Marea roja producida por *Lingulodinium polyedrum* (Peridinales, Dinophyceae) en Bahía Culebra, Golfo de Papagayo, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 49 (Supl. 2): 19-23.
- Quispe, D., R. Calienes & J. Tam. 2010. Análisis comparativo entre clorofila-a satelital e in situ en el ecosistema de afloramiento peruano, entre 1998-2007. Ecol. Apl. 9: 151-159.
- Rojas, P., C. Gutiérrez, V. Puentes, A. Villa & E. Rubio. 2004. Aspectos de la biología y dinámica poblacional del pargo coliamarillo *Lutjanus argentiventris* en el Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia. Invest. Mar. 32(2): 23-36.
- Santamaría-Miranda, A., J. Elordy-Garay, M. Villalejo-Fuerte & A. Rojas-Herrera. 2003. Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Pices: Lutjanidae) en Gurrero, Mexico. Rev. Biol. Trop. 51 (2): 489-502.
- Santamaría-Miranda, A., M. Saucedo-Lozano, M. Herrera-Moreno & J.P. Apúñ-Molina. 2005. Hábitos alimenticios del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y del pargo rojo *Lutjanus colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el norte de Sinaloa, México. Revista de Biología Marina y Oceanografía 40(1): 33 – 44.
- Sibaja-Cordero, J. & J. Cortés. 2008. Vertical zonation of rocky intertidal organisms in a seasonal upwelling area (Eastern Tropical Pacific), Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 56 (Supl. 4): 91-104.
- Soler, A., M. Pérez & E. Aguilar. 2003. Diatomeas de las Costas del Pacífico en Panamá. Universidad de Panamá: Vicerrectoría de Investigación y Posgrado, Panamá. 384 p.
- Soto-Rojas, R., F. Mejía-Arana, J.A. Palacios & K. Miramatsu. 2009. Reproducción y crecimiento del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pices: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 57(1-2): 125-131.
- Strickland, J.D.H. & T.R. Parsons. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Bull. 167, 2nd Edit. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Canada. 310 p.

- Sunesen, I., D. Hernández-Becerril & E. Sar. 2008. Marine diatoms from Buenos Aires coastal waters (Argentina). V. Species of the genus *Chaetoceros*. *Revista Biología Marina y Oceanografía* 43(2): 303-326.
- Tabassum, A. & S.M. Saifullah. 2011. Marine centric diatom *Rhizosolenia brightwellii*: its occurrence and distribution in neritic waters of Pakistan. *Pak. J. Bot.* 43(4): 2187-2193.
- Trainer, V., N. Adams & J. Wekell. 2000. Domoic acid-producing *Pseudo-nitzschia* species off the U.S. west coast associated with toxification events: 46-49 p. In: G. Hallegraeff, S. Blackburn, C. Bolch & R. Lewis. *Harmful Algal Blooms*. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO, Paris.
- Van, B., H. Fredricks, B. Pedler, S. Dyhrman, D. Karl, M. Koblížek, M. Loma, T. Mincer, L. Moore, T. Moutins, M. Rappé & E. Webb. 2009. Phytoplankton in the ocean use nonphosphorus lipids in response to phosphorus scarcity. *Nature* 458: 69-72.
- Vargas-Montero, M. & E. Freer. 2002. Descripción morfológica y ultraestructural de floraciones algales nocivas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica y su impacto en la salud. *Rev. Costarric. Cienc. Méd.* 23: 111-128.
- Vargas, M. 2004. Floraciones algales en Costa Rica, su relación con algunos factores meteorológicos y consideraciones sobre sus efectos socioeconómicos. Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 76 p. y anexos.
- Vargas-Montero, M. & E. Freer. 2004a. Floraciones algales nocivas de cianobacterias (*Oscillatoriaceae*) y dinoflagelados (*Gymnodiniaceae*) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl. 1): 121-125.
- Vargas-Montero, M. & E. Freer. 2004b. Presencia de los dinoflagelados *Ceratium dens*, *C. fusus* y *C. furca* (Gonyaulacales: Ceratiaceae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52(Supl. 1): 115-120.
- Vargas-Montero, M., E. Freer, R. Jiménez-Montealegre & J.C. Guzmán. 2006. Occurrence and predominance of the fish killer *Cochlodinium polykrikoides* on the Pacific coast of Costa Rica. *African Journal of Marine Science* 28(2): 215-217.

- Vargas-Montero, M., E. Freer Bustamante, J.C. Guzmán & J.C. Vargas. 2008. Florecimientos de dinoflagelados nocivos en la costa Pacífica de Costa Rica. *Hidrobiologica* 18 (Supl.1): 15-23.
- Varona-Cordero, F. & F. Gutiérrez. 2003. Estudio multivariado de la fluctuación espacio-temporal de la comunidad fitoplanctónica en dos lagunas costeras del estado de Chiapas. *Hidrobiología* 13(3): 177-194.
- Viquez, R. & P. Hargraves. 1995. Annual cycle of potentially harmful dinoflagellates in the Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.* 57: 467-475.
- Williams, M. & V. Perez-Corral. 2000. Management strategies for harmful algal blooms, 1-2 p. *In*: G. Hallegraeff, D. Anderson & A. Cembella (Eds.). *Harmful Algal Blooms*. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO, Paris.
- Zamora-Trejos, P. & J. Cortés. 2009. Los manglares de Costa Rica: el Pacífico Norte. *Rev. Biol. Trop.* 57: 473-488.

## Páginas de internet consultadas

Estadísticas. s.f. Recuperado 15 junio 2013, de <http://www.incopesca.go.cr/publicaciones/estadisticas.html>

*Alexandrium*. s.f. Recuperado 10 julio 2013, de [http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=58333](http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=58333)

*Ceratiumfurca*. s.f. Recuperado 10 julio 2013, de [http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=52149](http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=52149)

*Cochlodinium*. s.f. Recuperado 10 julio 2013, de [http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=58454](http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=58454)

*Dinophysis*. s.f. Recuperado 10 julio 2013, de [http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus\\_id=44635](http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=44635)

*Dinophysis caudata*. s.f. Recuperado 10 julio 2013, de [http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=52226](http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=52226)

*Podolampas*. s.f. Recuperado 10 julio 2013, de [http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus\\_id=44678&-session=abv4:BEF188BF11cd138CC11t32821AF](http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=44678&-session=abv4:BEF188BF11cd138CC11t32821AF)

*Prorocentrum*. s.f. Recuperado 10 julio 2013, de [http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus\\_id=43640](http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43640)

*Prorocentrumgracile*. s.f. Recuperado 10 julio 2013, de [http://algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=52608](http://algaebase.org/search/species/detail/?species_id=52608)

*Planktoniella sol.* s.f. Recuperado 10 julio 2013, de [http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus\\_id=44437&-session=abv4:BEF188BF11d3504EECrKL33FD700](http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=44437&-session=abv4:BEF188BF11d3504EECrKL33FD700)

*Epinephelus*. s.f. Recuperado 11 julio 2013, de [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Epinephelus\\_cooides/enEpinephelus](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Epinephelus_cooides/enEpinephelus).

*Lutjanusargentiventris*. s.f. Recuperado 11 julio 2013, de <https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?id=1408&lang=spanish>

*Lutjanusguttatus*. s.f. Recuperado 11 julio 2013, de <https://www.fishbase.se/summary/152>

*Lutjanusperu*. s.f. Recuperado 11 julio 2013, de <https://www.fishbase.de/summary/Lutjanus-peru>

*Pristigenyserrula*. s.f. Recuperado 11 julio 2013, de

<https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?id=3519&lang=spanish>

*Scarus perrico*. s.f. Recuperado 11 julio 2013, de

<https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?id=8392&lang=spanish>

## Apéndice A

### Protocolo realizado en las giras de campo



**Lámina 1.** Trabajo de campo en la obtención de datos de temperatura y salinidad. Bahía Salinas, Guanacaste.



**Lámina 2.** Trabajo de campo en la determinación de las especies de peces más capturadas, Bahía Salinas, Guanacaste.



**Lámina 3.** Recolección de los peces capturados durante las fechas de muestreo.  
Bahía Salinas, Guanacaste.



## Apéndice B

### Descripción de las especies fitoplanctónicas más importantes

Muchas de las especies de fitoplancton identificadas, son potencialmente formadoras de floraciones algales nocivas (FANs), y aunque no todas son potencialmente tóxicas, pueden alterar el ecosistema; por esto es importante realizar una breve descripción de varias de las especies encontradas en esta tesis.

#### Dinoflagelados

Especie: *Alexandrium monilatum* (Howell, 1953)

Descripción: Dinoflagelado tecado, habita aguas subtropicales principalmente en costas o estuarios. Puede producir una ictiotóxina con efecto paralizante. Se han reportado muertes masivas de peces en la Bahía de Texas, Golfo de México ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)). En Costa Rica en el 2005 se reportó una FANs de esta especie en el Golfo de Nicoya (Vargas-Montero *et al.* 2008) (Lámina 4).



Lámina 4. ML de *Alexandrium cf. monilatum*, presente en Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Ceratium furca* (Ehrenberg, 1859)

Descripción: Dinoflagelado tecado, especie marina que se ha reportado en Europa, Islas Canarias Norte América, Australia y Nueva Zelanda ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)). Para Costa Rica, se reporta como especie acompañante de FANs ocurridas en el Golfo de Nicoya y en la costa Pacífica (Vargas-Montero *et al.* 2008) (Lámina 5A-B).

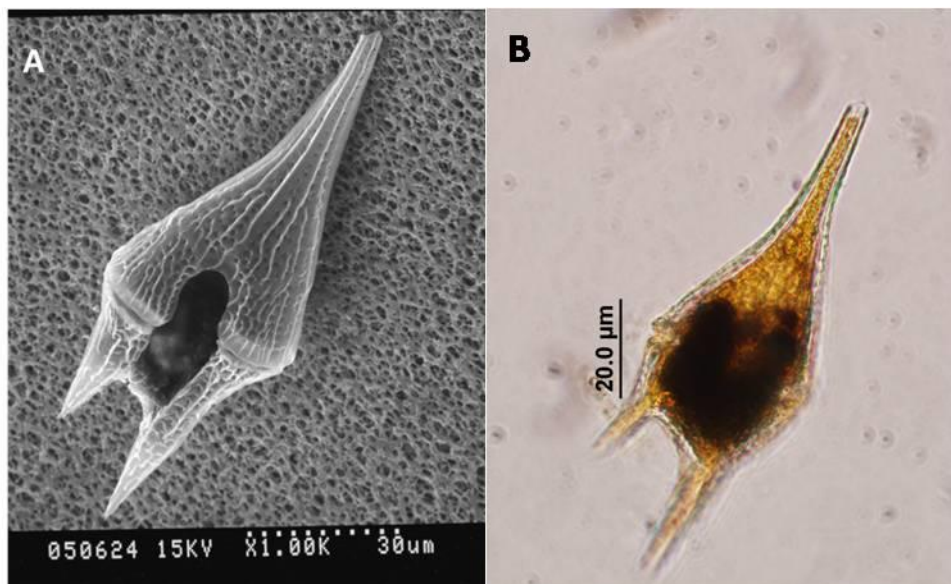


Lámina 5. Micrografías de *Ceratium furca*. A. MEB. B. ML. Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Cochlodinium polykrikoides* Margalef, 1961

Descripción: Dinoflagelado desnudo, esta especie se ha reportado en Europa, Norteamérica, Puerto Rico, Asia, Australia y Nueva Zelanda ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)). Produce ictiotoxinas y en nuestro país se ha reportado produciendo FANs en toda la costa Pacífica, generalmente las discoloraciones son espesas, de mal olor y de color café (Vargas-Montero *et al.* 2008) (Lámina 6).

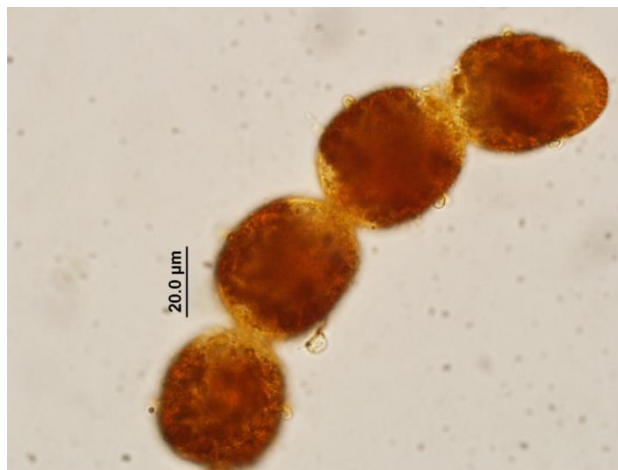


Lámina 6. ML de *Cochlodinium cf. polykrikoides*, presente en Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Dinophysis* sp. Ehrenberg, 1839

Descripción: Dinoflagelado tecado, con un tamaño que oscila entre 25 a 100  $\mu\text{m}$  de largo. Género marino, principalmente oceánico que se distribuye desde las aguas polares hasta las tropicales ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)) (Lámina 7A).

Especie: *Dinophysis caudata* Saville-Kent, 1881

Descripción: Dinoflagelado tecado, su distribución se reporta en Europa, Islas Canarias, Suramérica, Asia, Australia y Nueva Zelanda, se reporta como formador de FANs ocasionando mortalidad en peces ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)). En Costa Rica ha ocasionado floraciones algales en Puntarenas (Vargas 2004) (Lámina 7B).

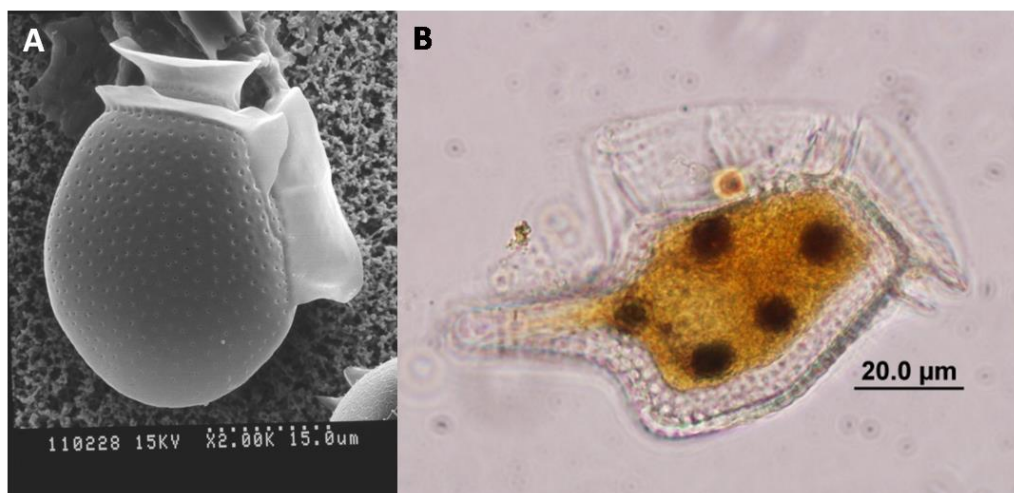


Lámina 7. Dinoflagelados del género *Dinophysis*. A. Micrografía MEB de *Dinophysis* sp. B. ML de *Dinophysis caudata*. Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Podolampas* sp. Stein, 1883

Descripción: Dinoflagelado tecado. Especie cosmopolita ya que se puede encontrar en aguas tropicales u oceánicas. Varias especies son heterótrofas, por lo que se encuentran en profundidades por debajo de los 100 m. Se reporta como una especie no tóxica ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)) (Lámina 8A).

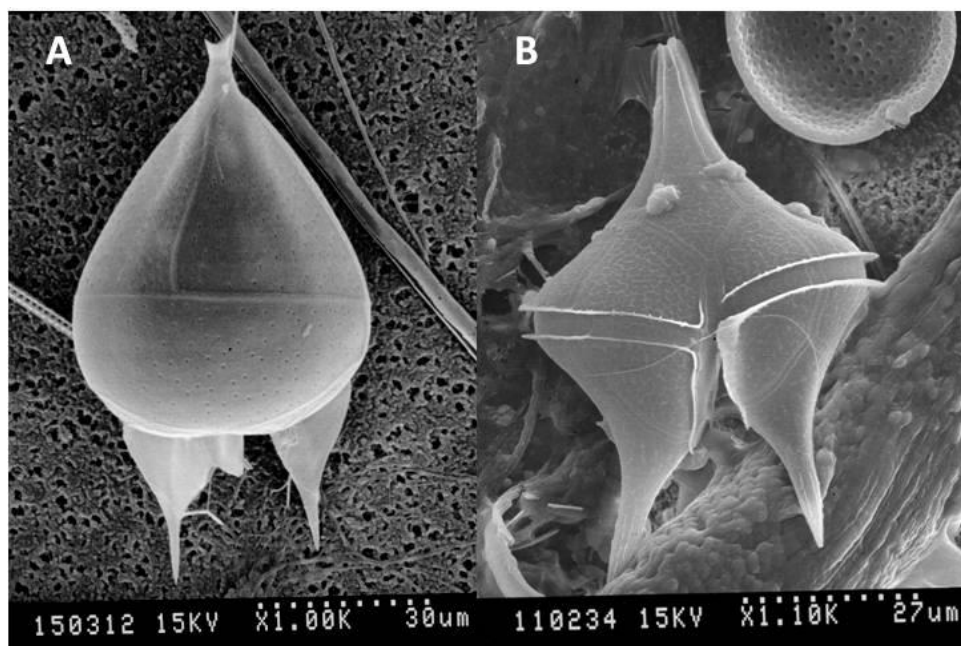


Lámina 8. A. Micrografía MEB de *Podolampas* sp., B. Micrografía MEB de *Protoperidinium* sp. Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Prorocentrum* sp. Ehrenberg, 1834

Descripción: Dinoflagelado tecado, principalmente marinos, pueden formar floraciones algales que producen discoloraciones en el mar. Algunas especies pueden producir toxinas que contienen ácido okadaico ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)) (Lámina 9).

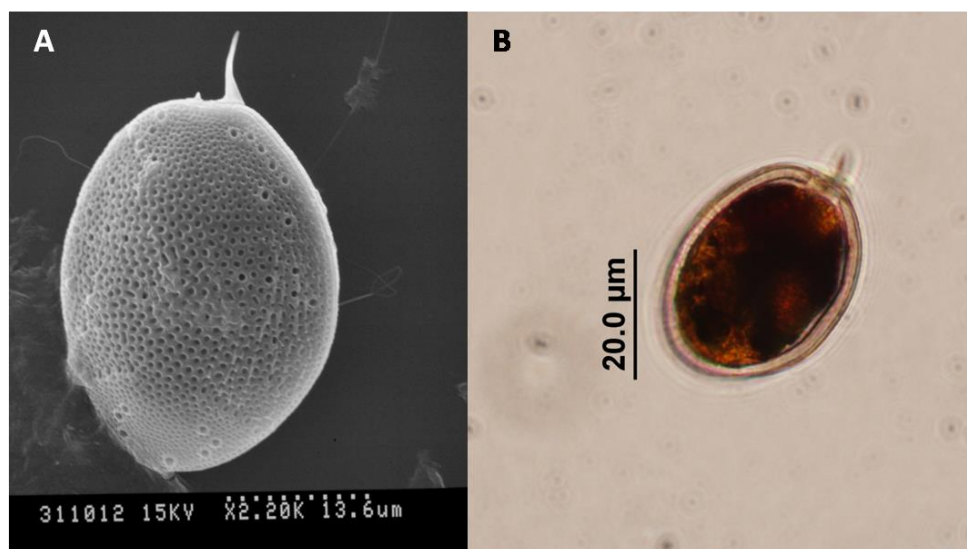


Lámina 9. Dinoflagelado del género *Prorocentrum* sp. A. Micrografía MEB. B. ML.  
Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Prorocentrum gracile* Schütt, 1895

Descripción: Dinoflagelado tecado, principalmente nerítica o estuarina. Su distribución se reporta en países como Europa, Islas Canarias, Norteamérica, Cuba, Brasil, Australia y Nueva Zelanda. No se reporta como especie tóxica, pero cuando produce FANs puede causar anoxia ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)) (Lámina 10).

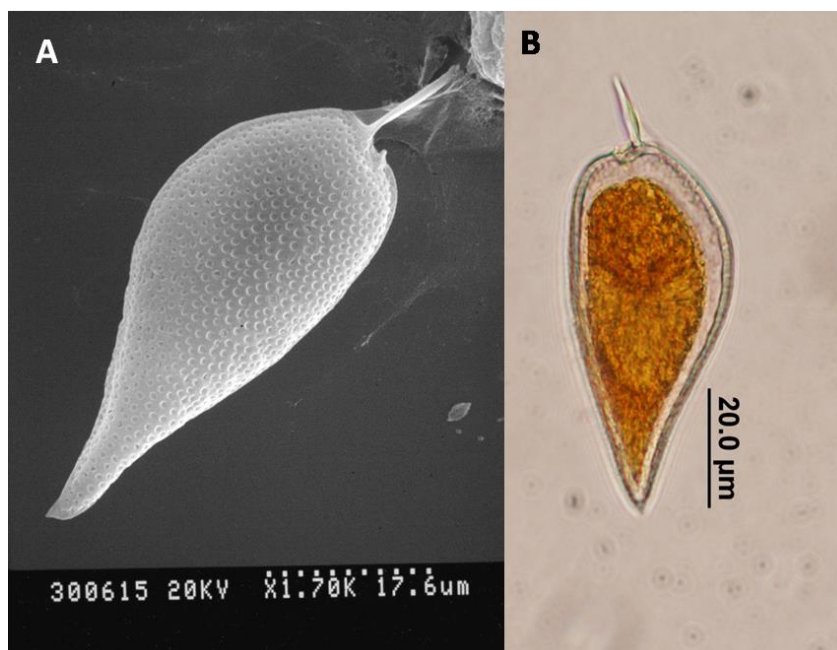


Lámina 10. Dinoflagelado *Prorocentrum cf. gracile*. A. Micrografía MEB. B. ML. Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Protoperdinium* sp. Bergh, 1882

Descripción: Dinoflagelado tecado, de forma poligonal y de distribución cosmopolita. Se encontró como especie acompañante en FANs producidas en el Golfo de Papagayo (Vargas 2004) (Lámina 8B).

### **Diatomeas**

Especie: *Asteromphalus* sp. Ehrenberg, 1844

Descripción: Diatomea central, células solitarias de agua dulce o marina, reportadas principalmente en Belice, Colombia, y Venezuela (Soler *et al.* 2003) (Lámina 11A).

Especie: *Chaetoceros* sp. Ehrenberg, 1844

Descripción: Diatomea central formando colonias, principalmente marinas. Pueden ser pelágicas, neríticas u oceánicas (Soler *et al.* 2003). Pueden producir floraciones algales, las cuáles provocan la muerte de peces por acumulación en sus branquias (Vargas 2004) (Lámina 11B).

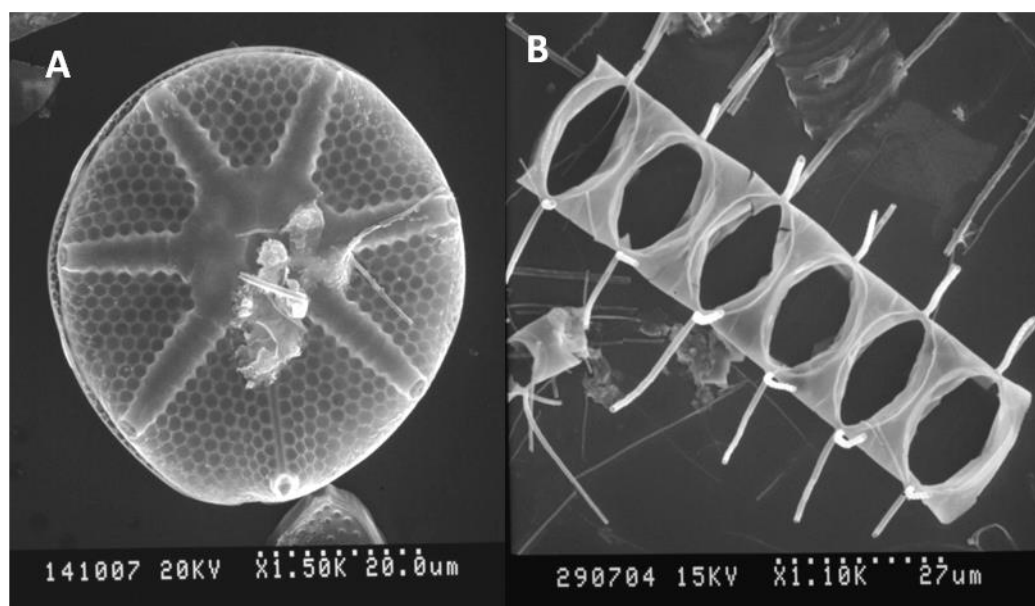


Lámina 11. A. Micrografía MEB de *Asteromphalus* sp., B. Micrografía MEB de *Chaetoceros* sp., Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Guinardia* sp. Peragallo, 1892

Descripción: Diatomeas cilíndricas, que pueden formar cadenas, neríticas u oceánicas. Reportadas en Cuba, Puerto Rico, Jamaica, Antillas Menores y República Dominicana (Soler *et al.* 2003) (Lámina 12A).

Especie: *Planktoniella sol* (C.G.Wallich) Schütt 1892

Descripción: Diatomea central, células marinas y solitarias. Reportada en países como Rumanía, Islas Canarias, Norteamérica, Taiwan, Antártica y Nueva Zelanda ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)) (Lámina 12B).

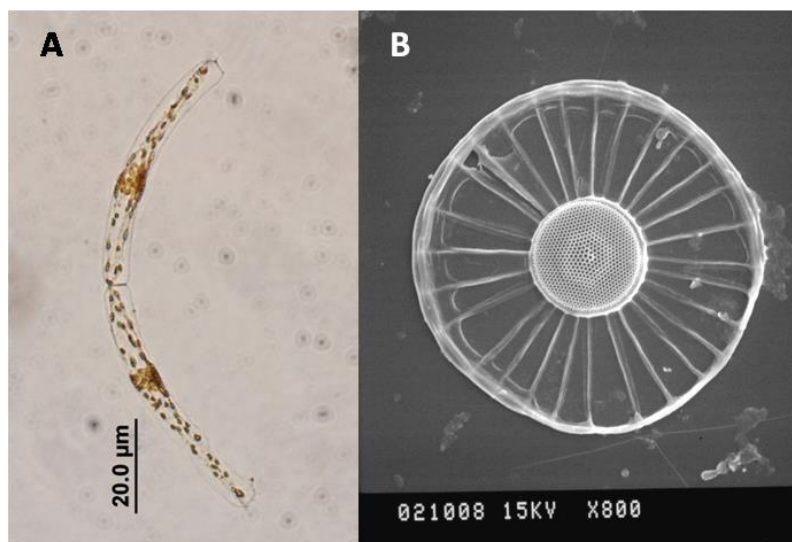


Lámina 12. Diatomeas. A. ML de *Guinardia* sp. B. Micrografía MEB de *Planktoniella sol*, Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Pleurosigma* sp. Smith, 1852

Descripción: Diatomea pennada, principalmente solitarias. Cosmopolita, neríticas, reportadas en Puerto Rico, Venezuela y Cuba (Soler *et al.* 2003) (Lámina 13).



Lámina 13. ML de *Pleurosigma* sp., Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Skeletonema* sp. Greville, 1865

Descripción: Diatomea central que forma colonias. Forman parte del fitoplancton nerítico. Reportada en países como Islas Vírgenes, Puerto Rico y Venezuela (Soler *et al.* 2003). Se reporta como especie acompañante de FANs producidas en el Golfo de Nicoya (Vargas-Montero *et al.* 2008) (Lámina 14).



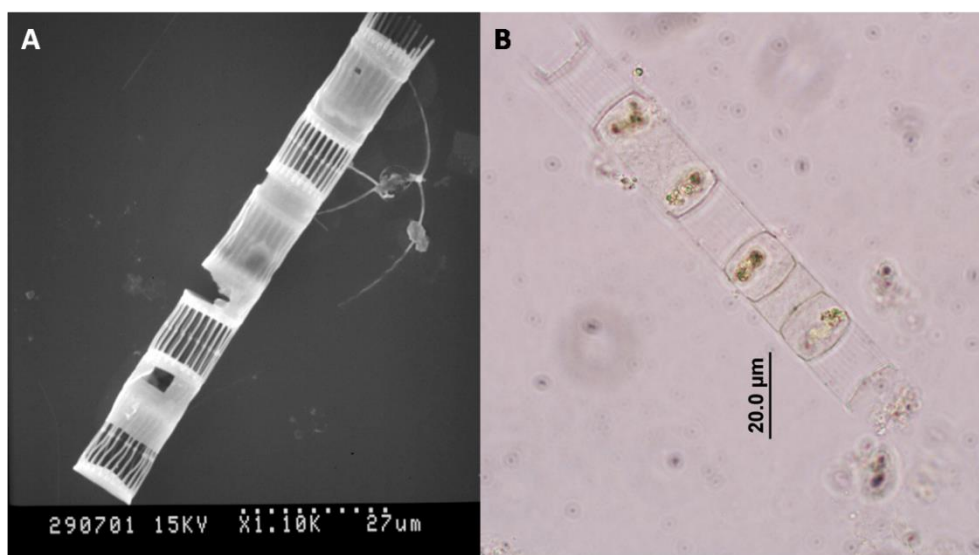


Lámina 14. Diatomea del género *Skeletonema* sp. A. Micrografía MEB, B. ML. Bahía Salinas, Guanacaste.

## Apéndice C

### Descripción de las especies de peces capturadas

Las principales especies de peces de importancia comercial fueron las pertenecientes al género *Lutjanus*, aparte de estas, también se van a describir, algunas especies asociadas que también se identificaron en este estudio.

Especie: *Ephinephelus* sp. Bloch, 1793

Descripción: Especie que pertenece a la familia Serranidae, de cuerpo alargado, con muy poca compresión, marrón-grisáceo con grandes manchas. Son de hábitat pelágico y se encuentran en aguas tropicales y subtropicales ([www.fao.org](http://www.fao.org)) (Lámina 15A).

Especie: *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869)

Descripción: Pertenece a la familia Lutjanidae. Especie marina, principalmente de aguas Subtropicales, presente en profundidades que oscilan entre 3 y 60 m. Amarillo o anaranjado, desde la aleta dorsal hasta la aleta caudal. Se alimenta de peces, crustáceos, moluscos y cangrejos. Su distribución comprende de California a Perú (Pacífico Este) ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)) (Lámina 15B).



Lámina 15. A. *Ephinephelus* sp. B. *Lutjanus argentiventris*. Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869)

Descripción: Especie marina que se ha encontrado hasta los 30 m de profundidad. Rojizo, generalmente es una especie solitaria o forma pequeños grupos, se alimenta de pequeños invertebrados y peces. Su distribución comprende de México hasta Perú ([www.fishbase.sinica.edu](http://www.fishbase.sinica.edu)) (Lámina 16A).

Especie: *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922)

Descripción: Especie marina que llega hasta los 40 m de profundidad. Rosado a rojizo, que se distribuye desde México hasta Perú. Principalmente se alimentan de invertebrados y peces ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)) (Lámina 16B).

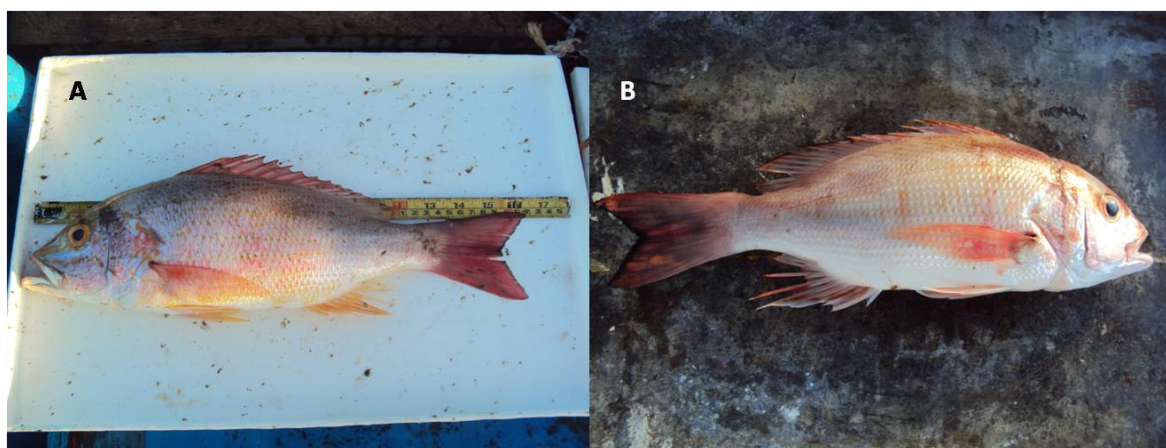


Lámina 16. A. *Lutjanus guttatus*. B. *Lutjanus peru*. Bahía Salinas, Guanacaste.

Especie: *Pristigenys serrula* (Gilbert, 1891)

Descripción: Especie marina que pertenece a la familia Priacanthidae. Se encuentra entre los 5 a 100 m de profundidad. Rojizos y se distribuye desde California hasta las costas de Perú ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)) (Lámina 17A).

Especie: *Scarus cf. perrico*

Descripción: Especie marina que pertenece a la familia Scaridae. Se encuentra entre los 3 a 36 m de profundidad. Forma pequeñas agregaciones sobre los arrecifes. Se distribuye desde California hasta Perú ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)) (Lámina 17B).

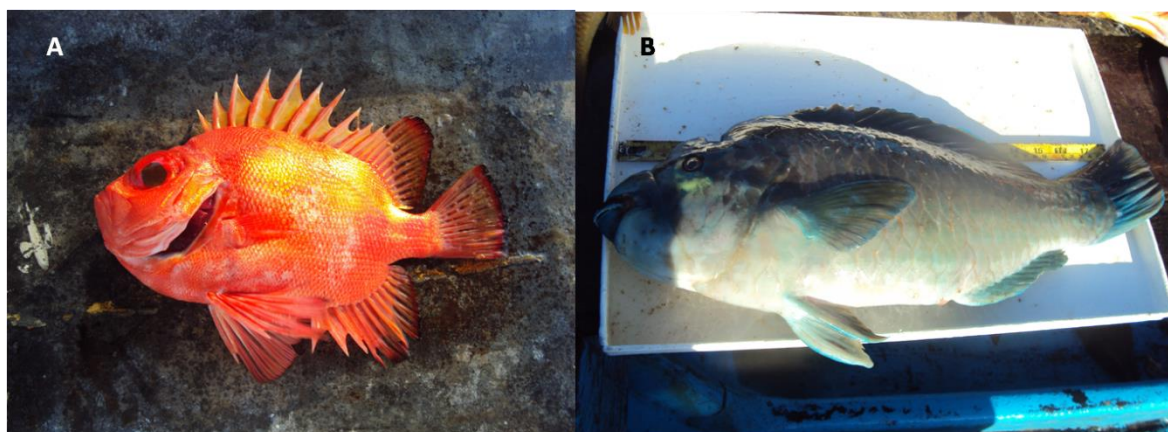


Lámina 17. A. *Pristigenys serrula*. B. *Scarus cf. perrico*. Bahía Salinas, Guanacaste.

## **Apéndice D**

**Encuesta para evaluar las condiciones socio-demográficas de los pobladores y su  
relación con el sector pesca, Bahía Salinas Guanacaste**





## B. CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA

SOLO PARA PERSONAS DE 15 AÑOS O MAS

NOMBRE 1: \_\_\_\_\_

CONDICION ACTIVIDAD		OCUPACION PRINCIPAL	CATEGORIA OCUPACIONAL		RAMA DE ACTIVIDAD Qué es lo que hace o hizo	
Trabaja o tiene empleo			Asalariado			
Desempleado • Tiempo sin trabajar • Duración último trabajo			Cuenta propia			
			Patrono			
			Familiar sin sueldo			
Busca por primera vez			<i>INGRESO MENSUAL</i>			
Pensionado o retirado						
Estudiante						
Oficios domésticos						
Otro						
EN CASO DE QUE TENGA OTRO EMPLEO ANOTE EN ESTAS	SEGUNDA OCUPACION	CATEGORIA OCUPACIONAL	RAMA DE ACTIVIDAD Qué es lo que hace o hizo			
		Asalariado				



<b>CASILLAS</b>		Cuenta propia		
		Patrono		
		Familiar sin sueldo		
	<b>Tiempo de estar en este trabajo:</b>	<b>INGRESO MENSUAL</b>		

**VIVIENDA**

TIPO	
• Corriente	
• Tugurio	
• Eventual	
• Colectiva	
FORMA DE OCUPACIÓN	
• Alquilada	
• Propia	
• Prestada	
Otra	

MATERIALES Y ESTADO			
A. Paredes Exteriores	Buen o	Regul ar	Malo
• Madera			
• Ladrillo-Block			
• Adobe-bahareque			
Otro			

B. El Techo	Buen o	Regul ar	Malo
• Teja de barro			
• Láminas de metal			
• Asbesto cemento			
Otro			

C. El Piso	Buen o	Regul ar	Malo
• Madera			
• Terrazo			

Cerámica			
• Tierra			
Otro			

NÚMERO Y USO DE APOSENTOS	
⇒ <b>Total de aposentos</b>	
• Solo para dormir	
• Sala Comedor	
• Solo cocina	
• Cocina-comedor	
• Otros usos	
ABASTECIMIENTO DE AGUA	
⇒ <b>Por cañería</b>	
• Red pública	
• Red privada	
⇒ <b>Por otros medios</b>	
• Pozo con bomba	
• Pozo sin bomba	
• Río o quebrada	
• Lluvia y otros medios	

SERVICIO DE BAÑO	
• Solo para esta vivienda	
• Para esta y otras	
• No tiene	

CLASE DE SERVICIOS SANITARIO		
	Solo esta vivienda	Para esta y otras

• Cloaca o tanque		
• Pozo de planché		
• Pozo de madera		
• No tiene		
Otro		

TIPO DE ALUMBRADO	
• Eléctrico de servicio público	
• Eléctrico de planta privada	
• Canfín	
Otro	

COMBUSTIBLE PARA COCINAR	
• Electricidad	
• Gas licuado	
• Biogás	
• Canfín	
• Carbón	
• Leña	
Otro	

ARTEFACTOS DE LA VIVIENDA		
	<b>Si</b>	<b>No</b>
• Refrigerador		
• Lavadora		
• TV Plasma / LCD		
• TV Cable / Satelital		

• Computadora		
• Teléfono residencial		
• Teléfono celular		
• Vehículo de trabajo		
• Vehículo (no de trabajo)		
• Lancha		

### C. CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON EL RECURSO PESQUERO

1. ¿Cuál considera que es la principal fuente de ingresos económicos de la comunidad?
2. ¿Ha notado algún cambio en la cantidad de peces que se pescan?  
No ( ) Sí ( ) Porque: \_\_\_\_\_
3. ¿A qué cree usted que se deba este cambio?

#### Preguntas para los que dependen económicamente de la pesca

4. Aparte de usted o su compañero sentimental, ¿alguien más en su familia se dedica a la pesca?
5. ¿Qué tipo de peces son los que más pesca?
6. (Si es pescador) ¿Cuánto ha disminuido o aumentado sus ingresos económicos?
7. Aparte de la pesca, ¿realiza otra actividad que le genera ingresos a su hogar?  
¿Cuál?

**Preguntas para evaluar los impactos de las FAN en la pesca artesanal en Bahía Salinas, Guanacaste.**

1. Actividad laboral: Pescador ( ) Lujador ( ) Intermediario ( )
2. Realiza otro tipo de trabajo aparte del relacionado con la pesca: Si ( )  
No ( ) pasar a la 4.
3. ¿Cuál otra?:
4. Tipo de arte de pesca utilizado:
5. Tipo de peces que captura:
6. Ingreso salarial mensual que provenga del recurso pesquero:
7. ¿Ha observado el fenómeno conocido como "marea roja" en la zona?:  
Si ( ) No ( )
8. ¿En cuales sitios donde ha observado este evento?:
9. Tiempo que duró la marea: Minutos ( ) Horas ( ) Días ( )
10. ¿Con cuanta frecuencia ha observado este fenómeno?:
11. ¿Se han dado casos de muerte de peces cuando se da este evento?: Si ( )  
No ( )
12. ¿Disminuye la pesca cuando se dan mareas rojas?: Si ( ) No ( )  
pasar a la 20
13. ¿Cuánto tiempo cree usted dura en recuperarse la pesca después de una marea roja?:
14. ¿Cuánto captura menos en toneladas cuando se dan estos eventos?:
15. ¿Tiene otra opción laboral cuando la pesca disminuye por marea roja?:  
¿Cuál?
16. Cree usted que este fenómeno ha aumentado en los últimos años: Si ( )  
No ( )
17. ¿Piensa que los centros turísticos presentes en la zona han aumentado la contaminación de la costa?: Si ( ) No ( )
18. ¿Cree usted que el aumento en la contaminación ayuda a que se den

más mareas rojas?:        Si (    )    No (    )

19.    ¿Qué otras consecuencias le han generado cuando se dan las mareas rojas?

20.    Si se presenta otra marea roja que afecte el recurso pesquero, usted preferiría ¿una remuneración económica muy cercana a su salario y o que ese dinero se invierta en medidas de mitigación para disminuir la cantidad de eventos que se dan al año?