



Universidad Autónoma de Baja California



Facultad de Ciencias

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

POSGRADO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

Análisis del Efecto de la Pesca Ribereña en la Estructura Trófica de la Comunidad de la Tortuga Prieta (*Chelonia mydas agassizii*) en La Reserva de la Biósfera “Bahía de los Ángeles, B.C.”, utilizando técnicas cualitativas.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

PRESENTA

María Teresa Ruiz Vallejo

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, SEPTIEMBRE 2007.

Resumen

Bahía de los Ángeles (BLA), es una de las zonas más importantes de alimentación y protección de las tortugas marinas en México. Algunos registros indican que las tortugas que anidan en las playas de Colola, Michoacán, llegan a alimentarse a esta zona, por lo que es de vital importancia conocer la estructura trófica de este sistema y su funcionamiento. El presente trabajo tiene el objetivo de caracterizar la comunidad de la tortuga prieta en BLA, así como conocer los efectos directos e indirectos de la pesca artesanal en esta comunidad. Asimismo, se exploró la respuesta del sistema ante diferentes escenarios posibles de conservación y manejo, con la finalidad de proponer estrategias alternativas de manejo multiespecífico que consideren a la comunidad biológica como un todo. Se utilizó "Loop Análisis", que es una técnica de modelación cualitativa que permite construir modelos ecológicos y analizar los efectos directos e indirectos de un disturbio en toda la comunidad. Se construyeron modelos núcleo utilizando información bibliográfica relacionada con el tipo de alimentación e interacciones entre especies, de los grupos marinos más comunes y de interés comercial de BLA. Del mismo modo, se utilizó el conocimiento de los pescadores y otros informantes clave de la zona. Los modelos cualitativos se dividieron en dos grupos: a) modelos de la comunidad biológico-pesquera, que incluye a la pesca como una variable dentro del sistema, y b) modelos de la comunidad biológica, en donde la pesca se incluyó como un disturbio intermitente que no forma parte del sistema de manera permanente (Ej. Zonas Núcleo de la Reserva). Dentro de cada grupo se construyeron modelos alternativos que permitieron representar la variabilidad del sistema. Utilizando las tablas de predicciones derivadas de los modelos se analizó el efecto de la pesca en la tortuga prieta (CHMY), así como en el resto de las variables del sistema. También se consideraron otros disturbios naturales como la recuperación de algunas especies protegidas como la tortuga y tiburones, así como disturbios antropogénicos como la cosecha de algas. El análisis cualitativo fue útil para entender los efectos directos e indirectos de un disturbio en la comunidad de la tortuga prieta. Los resultados indican que aunado a los efectos directos de la pesca sobre las especies objetivo, los efectos indirectos son también un factor de riesgo que es importante considerar en los planes de manejo y conservación. La generación de modelos alternativos permitió conocer bajo qué tipo de disturbios la estructura de la comunidad es un factor importante que determina la respuesta del sistema. Por ejemplo, todos los modelos analizados sugieren que las tortugas tenderán a disminuir ante un disturbio que afecte positivamente a la mayoría de las variables del sistema, a excepción de las algas, cuyo aumento será favorable para las tortugas. Por el contrario, la respuesta de los elasmobranchios comerciales (E) ante un disturbio es variable y depende de la estructura de la comunidad. Los escenarios de manejo analizados permitieron conocer los grupos biológicos y las pesquerías que presentan conflicto con las tortugas, debido a que compiten por los mismos recursos alimenticios. Se analizó el comportamiento del sistema ante la pesca simultánea de dos recursos ("suma de efectos"), con la finalidad de conocer la respuesta de la CHMY ante un manejo multiespecífico. Los resultados sugieren que puede coexistir el aprovechamiento de recursos, a la vez que se promueve la conservación de la tortuga. Algunos escenarios posibles serían la pesca simultánea de peces carnívoros (PC) y peces herbívoros (PH), con la condición fundamental de controlar en su totalidad la captura incidental (CI). Debido a la dificultad de controlar totalmente la CI, otra posible estrategia sería alternar la pesca de PC y PH durante determinado tiempo, permitiendo ciertos niveles de CI asociada. Este escenario funcionaría si los pescadores de la región y las

autoridades llegaran al acuerdo de pescar un solo grupo (PH) durante cierto tiempo y posteriormente cambiar a PC. El análisis cualitativo mediante la suma de efectos, es un aporte novedoso en la metodología de Loop Analysis, que permite hacer propuestas de manejo multiespecífico, basado en el conocimiento del ecosistema.

Palabras clave: Loop Analysis, *Chelonia mydas agassizii*, Efectos Indirectos, Manejo Multiespecífico, Bahía de los Ángeles.

Abstract

Bahía de Los Angeles (BLA) is one of the most important regions for the feeding and protection of marine turtles in México. Surveys from Colola Beach, Michoacan indicate that nesting turtles from this zone feed in BLA. This is one of the reasons why it is important to know the system's trophic structure as well as its operation. The objective of this work was to characterize the black turtle (*Chelonia mydas agassizii*) community and the effect of the artisanal fisheries on the community in BLA. The question of how this system responds to different conservation tactics and management scenarios was explored with it in mind to find possible alternative, multi-specific management strategies which were biologically holistic. A qualitative means of modelling was used called "Loop Analysis"; this technique allows the construction of ecological models to analyze the direct and indirect effects of a disturbance in the community. The main models were built with bibliographic information of feeding type and the interaction of different species from the main marine groups as well as those groups of commercial interest in BLA. Similarly local knowledge from fishermen and key individuals was incorporated. Two qualitative models were considered: a) biological-fishery community models that include fisheries as a system variable, and b) biological community models in which fisheries were considered as an intermittent disturbance that does not permanently take part in the system (i.e. no-take zone). Inside each group, alternative models were used to represent the system variability. Model-derived prediction tables were then used to understand the effect of fishing and the other system variables on the black turtle. Other natural disturbances were considered such as the recuperation of protected species (marine turtles and sharks) and the anthropogenic effect (commercial algae harvesting). The qualitative analysis was very useful in understanding the direct and indirect effects of a disturbance on the black turtle. Results show not only that it is important to consider the direct effect of fishery when construing plans for management and conservation but also that the indirect effects are also an important risk factor. By generating alternative models, the underlying disturbances which are conducive to the system's structure being important as a factor in its response can be identified. All the analyzed models suggest that the majority of system variable displayed a positive trend and this increase caused the number of turtles to decline. The only exception was algae whose growth was favourable for the turtle numbers. On the other hand, the response of the elasmobranchs to a disturbance is variable and depends on the community structure. The analysed management scenarios allow identification of those biological groups which compete with turtles for alimentary resources. The system's behavioural response to the simultaneous fishing of two reserves was observed as a summatory effect and this furthers the

objective of comprehending the black turtle's reaction to multi-specific handling. Results suggest that it is both possible to take advantage of the resources and at the same time promote turtle preservation. Some possible scenarios might be fisheries of carnivorous fish (CF) and herbivorous fish (HF) with the fundamental condition of stopping all incidental capture (IC). Since it is too difficult to control incidental capture, another possible strategy might be alternate CF and HF for some determinate time, allowing some levels of IC associated. This scenario might work if the authorities and fishermen from the region make an agreement to fish only one group (HF) over a prearranged period of time before subsequently switching to the other (CF.) The qualitative analysis by means of sum effects is a novel contribution to the methodology of Loop Analysis, which allow proposals to be made for multi-specific management based on our knowledge of the particular ecosystem.

Key Words: Loop Analysis, *Chelonia mydas agassizii*, Indirect Effects, Multi-specific management, Bahía de los Ángeles.

Septiembre 2007

FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLOGICAS
POSGRADO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ARIDAS Y ZONA COSTERA

Análisis del Efecto de la Pesca Ribereña en la Estructura Trófica de la Comunidad de la Tortuga
Prieta (*Chelonia mydas agassizii*) en La Reserva de la Biósfera "Bahía de los Ángeles, B.C.",
utilizando técnicas cualitativas.

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

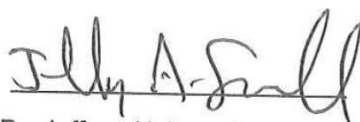
Presenta

María Teresa Ruiz Vallejo

Aprobada por:



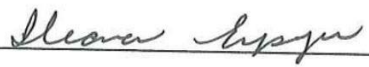
Dra. Cira Gabriela Montaña Moctezuma
Director



Dr. Jeffrey Aleksandr Seminoff
Director



Dr. Juan Guillermo Vaca Rodríguez
Sinodal



Dra. Martha Ileana Espejel Carbajal
Sinodal

Septiembre 2007

–¿Qué crees que es un arcoíris? –me preguntó.

–Es la luz del sol descompuesta por las gotas de lluvia. Cada una actúa como un diminuto prisma. –Lo sabía porque lo había estudiado en la clase de ciencias cuando estaba en primaria.

–O también podría ser una pequeña pista –dijo Baba.

–¿Una pista de qué?

–De cómo se hizo el universo –respondió–. En un arcoíris puedes ver el universo entero. ¿De qué está hecho el universo? De luz y espacio. Parte de esa luz se ha convertido en materia y parte de esa materia, en agua. Así que todo lo que compone el universo brilla a través de un arcoíris. Cada partícula de la creación contiene el universo entero.

Seguimos subiendo por la colina, era la primera vez que llegábamos tan alto. A mí me costaba hablar y caminar al mismo tiempo.

–Entonces, ¿vamos en busca del universo? –pregunté.

–En cierto modo sí. Pero yo creo que la pista que estamos siguiendo es incluso más importante aún –dijo Baba sin dar ninguna señal de estar tan cansado como yo.

–¿Acaso hay algo que sea más importante que el universo? –pregunté. A cada palmo que ascendíamos podía ver que Baba estaba cada vez más animado y ahora exhibía aquella sonrisa suya de yo sé *un secreto*.

–Alguien que puede cambiar el universo –respondió Baba.

–¿Y quién puede hacer semejante cosa?

–Tú –dijo–. Y nadie más.

*Extracto del libro: Fuego en el corazón.
Deepak Chopra.*

*A Jeovanni
que ha liberado en mi,
la fuerza suprema del universo.*

Septiembre 2007

Agradecimientos.

¡Siempre tengo tanto qué decir y tanto que agradecer! ¡A la vida, a los cambios, a los aliados, a los adversos, a los golpes, a las risas, a los llantos, al sol y a la lluvia!

A Dios, esa fuerza que siempre me acompaña, me guía, me enseña, me levanta, me llama por teléfono... aunque la línea a veces esté ocupada.

A mi papá el fuerte, el débil, el estricto, el humano, el libre, el dependiente, el nervioso, el seguro, el macho, el sensible, el inquieto, el sereno, el insurrecto, el hijo de la tierra, el hijo de su madre, el chingón, el Caterpillar!! A ti papá, que representas la fuerza y la libertad... No te equivocaste, todos merecemos segundas oportunidades! Que no?

A mi mamá, la acertada, la terca, la chillona, la fuerte, la débil, la justiciera, la implacable, la amorosa, la sufrida, la bruja, la perspicaz, la insumisa, la berrinchuda, la hija de Jovita, la hija de Miguel!! A mi Gordis, mi parte humana... Se ha cumplido todo lo que deseaste para mí: días con lluvia y muchos días con sol!! Gracias!

A aquellos dos individuos que por azares del destino, forman parte de mi grupo central, mis hermanos: la Mostra y el Chompiras. Mis cómplices, mis enemigos, mis amigos. Por las largas pláticas, las buenas intenciones, las risas, los almohadazos, por existir. Oigan, hey!, psst: *Las cosas simples, son las más extraordinarias.*

A Gabriela Montaña, por su ecuanimidad, paciencia y sus oídos en la realización de esta tesis. Sin sus comentarios, sus extraordinarias correcciones, sus hechos y deshechos jamás habríamos logrado el objetivo. Gracias por confiar.

A Jeffrey Seminoff, que siempre te recibe con una gran sonrisa, brinda su apoyo y siempre encuentra lo mejor en todas las cosas con ánimo y buena vibra. Gracias por los datos, la información, los comentarios y por creer.

A Juan Vaca por sus puntuales comentarios, por dedicarle tiempo, por su interés y por preguntar.

Septiembre 2007

A Ileana Espejel, por sus comentarios puntuales, por las motivaciones: "está muy largo el tema!", "échale crema a tus tacos!", "ya?!", por los regaños y por supuesto, por las clases que te abren los ojos!

A mis maestros de la maestría, que logran romper tus paradigmas! y sorprenden clase a clase: A Claudia Leyva, Evarista Arellano, Hugo Riemann, Roberto Enríquez, Ana Luz Quintanilla, Guillermo Arámburo y en especial a Roberto Martínez "el doc", por desafiarme.

Al CONACYT, que se disparó las chelas por dos años!! Sin la beca, no se hubiera logrado el objetivo. Gracias.

A mis compañeros de maestría, a todos, por sorprender, por compartir los conocimientos, por la comida, los tips y los espacios en el centro de cómputo!

A los cuatro fantásticos: César, Aldo, Israel y Chalo, por su nobleza, por el apoyo, por enseñar, por sus consejos, por sus regaños, por ofrecer una mano cuando mas la necesitaba, por escuchar, por compartir, por las risas, y, por supuesto, por las parrandas!!

A los Golfos, por la paciencia, por las desveladas juntos, por compartir su vida y su espacio, por su amistad, por los juegos, por ponernos de acuerdo, por seguir sorprendiéndonos: Esteban, Lizz, Mariana, César, Aldo e Israel.

También quiero agradecer a los buenos amigos que hice en el Monte Olimpo (como ellos lo nombraban, sin abrir los ojos): Omar, Aleix, Víctor y a Caris. Por los secretos, la amistad y las largas pláticas.

Recordando el camino, mi *alma mater* la Universidad de Colima, merece también todo mi agradecimiento, por la gente que la hace grande: Ernesto Torres, Sonia Quijano, Aramís Olivos, Marco Liñán, Marco Galicia, Alejandro Meyer, Juan Gaviño, Carlos Lezama, Alicia Jiménez, Arturo González y René Macías. Y por supuesto a mis hermanos y amigos, los oceanólogos de la generación 1998-2002!! Uff! ¿Qué les puedo decir? nos vimos crecer, nos formamos y deformamos en esas hermosas playas de Manzanillo.

A PRONATURA-noroeste, por los aventones a Bahía de los Ángeles. Un agradecimiento especial a Gustavo Danemann por contactarme con gente interesante, por su sinceridad y por el asilo, ah! y las hamburguesas. Un agradecimiento especial a Esteban Torreblanca, que tuvo visión. A Fermín Smith. Y por supuesto a Benjamín Casillas.

Un agradecimiento total a todas aquellas personas que me pasaron información estrictamente necesaria para armar los modelos, contestaron los correos y abrieron las puertas para compartir sus conocimientos, sus tips, sus artículos, sus ojos y sus comentarios... "¿entonces, estás trabajando con tortugas, o no?"

Esta lista de agradecimientos no quedaría completa si no le doy las gracias a mi amiga del alma, mi comadre, mi enemiga íntima: Celeste. Sin su existencia, Ensenada no hubiera sido lo mismo. Gracias por compartir conmigo tu vida, el crecimiento, las lágrimas, las chelas, los wines, la música, los cambios, los bailes, las risas, la comida, las aventuras. Créeme, soy mas tolerante! ¿Quién lo iba a pensar?

Agradezco a todas aquellas personas y cosas que han contribuido en mi crecimiento con sus palabras, sus manos, sus acciones, su existencia, sus ojos, sus movimientos, su voz...

Por último, y no porque sea menos importante, sino todo lo contrario, quiero agradecer al niño de mi vida, mi mejor amigo, mi maestro, mi compañero de aventuras y mi confidente: a mi Jomanis pechocho, que sin su paciencia y su amor, seguiría en mi mundo aparte... lejos de la felicidad. Contigo comenzó, todo!. Gracias por estar, por sonreír, por ser, por tus días de ño!, por tu optimismo, por tu confianza, por tu nobleza, por tu apoyo, por tu curiosidad, por sorprenderte, por sorprenderme día a día, por las adversidades, por hacerme ver el mundo de diferentes maneras, por tu fuerza y tu mirada. ¡Aun nos faltan muchas historias que contar!

Jeovanni: ya no tengo miedo!! Tenías razón, si se puede... Te amo!!

Gracias al universo, que conspira...

I. Índice general

Capítulo I	1
1. Introducción y Antecedentes	1
1.1 Importancia, Usos y Valores de las Tortugas Marinas	1
1.2 Biología y Ecología de la Especie	2
1.2.1 Características Biológicas de la Tortuga Prieta (<i>Chelonia mydas agassizii</i>).....	4
1.3 Problemática de la Tortuga Marina en México.	7
1.4 Impactos Directos e Indirectos Causados por la Captura Incidental.	8
2. Marco Conceptual	12
2.1 Ecología de Comunidades y Manejo de Ecosistemas	12
2.2 Modelos Ecológicos en Pesquerías	13
2.2.1 Modelos cuantitativos.	14
2.2.2 Modelos cualitativos.	15
Capítulo II	19
3. Objetivos	19
3.1 Objetivo General	19
3.2 Objetivos Específicos	19
4. Metodología	20
4.1 Área de estudio	20
4.2 El Análisis Cualitativo	22
4.2.1 Desarrollo de los Modelos.	26
4.2.2 Construcción de Modelos Alternativos.	27
4.2.3 Predicciones de los modelos alternativos	28
4.2.4 Análisis multiespecífico mediante la suma de efectos.	29
Capítulo III. Resultados.....	30
5. Desarrollo de los Modelos Alternativos	30
5.1 Relaciones Pesqueras. Recopilación Bibliográfica y Entrevistas con los Pescadores y otros Personajes Clave de Bahía de los Ángeles.	30
5.1.1 Pesca Artesanal.	30

5.1.2	<i>Especies comerciales más capturadas en Bahía de los Ángeles.</i>	34
5.2	Relaciones Depredador-Presa por Grupos Funcionales.	36
a.	Tortuga prieta	36
b.	Elasmobranquios. Especies comerciales y no comerciales	41
c.	Mamíferos Marinos. Especies protegidas	42
c.	Peces de interés comercial	43
d.	Invertebrados	45
f.	Algas marinas	46
6.	Modelos Alternativos	47
6.1	Respuesta de la Tortuga Prieta ante el Impacto Causado por el Cambio en la Biomasa de Diferentes Grupos Funcionales	54
6.2	Estrategias de Manejo Orientadas a la Recuperación de Recursos Pesqueros y Especies Protegidas	63
	<i>¿Qué efecto tiene el aumento de pesca comercial sobre las especies de importancia económica y especies protegidas?</i>	63
	<i>Recuperación de la especie protegida: tortuga prieta.</i>	64
	<i>Recuperación del grupo de especies protegidas: mamíferos marinos</i>	66
	<i>¿Qué efecto tiene en el sistema la disminución del esfuerzo pesquero en los peces carnívoros?</i>	66
	<i>¿Qué efecto tiene en el sistema la disminución del esfuerzo pesquero en los elasmobranquios?</i>	66
	<i>Comparación de la respuesta de la comunidad de la zona núcleo de la Reserva BLA y las zonas con cierto grado de explotación</i>	67
7.	Comportamiento de la tortuga prieta ante un manejo multiespecífico	71
7.1	Análisis multiespecífico mediante la suma de efectos	71
Capítulo IV		74
8.	Discusión	74
8.1	Sobre los Efectos Indirectos	76
8.1.1	Tortuga marina	78
8.1.2	Algas marinas	79
8.2	Sobre el Manejo Multiespecífico de la tortuga prieta como propuesta para su protección	81

8.3	Sobre los Métodos de Pesca y la Protección de Especies	84
8.4	Sobre la Creación de la Reserva de BLA	86
9.	Conclusiones Generales	88
10.	Literatura Citada	90
11.	Anexos	106
	Anexo 1. Ubicación taxonómica, clasificación y distribución de las especies y subespecies de tortuga marina	106
	Anexo 2. Gráfica de la tendencia del incremento en el número de anidaciones de <i>Chelonia mydas agassizii</i> en la playa de Colola, Michoacán	107
	Anexo 3. Plano de ubicación de la Reserva de la Biosfera "Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes", Baja California. D.O.F. 2007.	108
	Anexo 4. Cuestionario a Pescadores y Personajes Clave en BLA.	109
	Anexo 5. Diagramas de signos de la comunidad biológico-pesquera	110
	5.1 Modelos de la comunidad biológico-pesquera de BLA (Grupo AP), donde se consideró el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables.	110
	5.2 Modelos de la comunidad biológico-pesquera de BLA (Grupo BP), con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia menor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones menos importantes y frecuentes para el resto de las variables.	117
	Anexo 6. Diagramas de signos de la comunidad biológica	124
	6.1 Modelos de la comunidad biológica de BLA (Grupo AB), donde se consideró el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables.	124
	6.2 Modelos de la comunidad biológica de BLA (Grupo BB), con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia menos al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones menos importantes y frecuentes para el resto de las variables.	127
	6.3 Modelos de la comunidad biológica de BLA (Grupo CB), con las interacciones con el porcentaje de ocurrencia mayor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables.	129
	Anexo 7. Glosario	131

II. Lista de Tablas

- Tabla 2.1. Uso de técnicas cualitativas con Loop Análisis en el análisis de sistemas ecológicos y las predicciones propuestas por los modelos. 16
- Tabla 4.1. a) Predicciones sobre el cambio de las variables A, B, C y D, ante un disturbio negativo (-) causado por la pesca en las mismas variables; b) Suma de efectos al considerar un disturbio simultáneo entre pares de variables. 29
- Tabla 5.1. Recursos y especies incidentales obtenidas en Bahía de los Ángeles. 31
- Tabla 5.2. Especies registradas en la "Bitácora del Comité de Pescadores de Bahía de los Ángeles", durante la temporada de junio a octubre 2004-2005. 32
- Tabla 5.3. Las especies más capturadas en Bahía de los Ángeles durante la temporada 2003-2004. 35
- Tabla 5.4. Grupos presa de la tortuga prieta (*C. mydas agassizii*) en Bahía de los Ángeles, B.C. 37
- Tabla 5.5. Especies depredadores de tortuga marina, documentados bibliográficamente. 38
- Tabla 5.6. Depredadores clave registrados y observados en el Canal de Ballenas. 39
- Tabla 5.7. Grupos no-vegetales presa de la tortuga prieta que corresponden a un Porcentaje Frecuencia de ocurrencia $\geq 20\%$ 40
- Tabla 5.8. Grupos vegetales presa de la tortuga prieta que corresponden a un porcentaje de Frecuencia de ocurrencia $\geq 9\%$. 40
- Tabla 5.9. Grupo de Elasmobranquios. 41
- Tabla 5.10. Mamíferos marinos. 42
- Tabla 5.11. Grupo de Peces Comerciales. 43
- Tabla 5.12. Grupo de Invertebrados 45
- Tabla 5.13. Grupo de algas marinas 46
- Tabla 6.1 Respuesta de la variable Tortuga Prieta ante el aumento en la biomasa de Elasmobranquios, Tiburones no comerciales, Peces Carnívoros y Herbívoros, y el incremento de la Actividad Pesquera; así como la disminución de Algas rojas y Algas. 55
- Tabla 6.3 Resumen de las Respuestas de todas las variables analizadas, ante un disturbio que provoque un cambio en la biomasa de Tortuga prieta (CHMY), Tiburones no comerciales (T), Elasmobranquios (E), Peces carnívoros (PC), Peces Herbívoros (PH), Actividad pesquera (Pesca), Algas rojas (Rhod) y Algas (A). 69
- Tabla 6.4. Resumen de la Respuesta del efecto del disturbio "Pesca" y "Cosecha" sobre las variables de interés comercial y ecológico en los Modelos que representan a la Comunidad Biológica. 70
- Tabla 7.1. a) Predicciones sobre el cambio de la tortuga prieta ante un efecto negativo causado por la pesca en Elasmobranquios, Pesca incidental sobre tortuga prieta, Peces carnívoros y Peces herbívoros; b) Suma de efectos al considerar un disturbio simultáneo entre pares de variables y c) Proporción total de modelos con la misma respuesta en la suma de efectos. 71

III. Lista de Figuras

- Figura 4.1. Bahía de los Ángeles y su Área de Influencia. (Tomado de Danemann, 2002). 20
- Figura 4.2. Dos sistemas representativos del modelo cualitativo. 23
- Figura 5.1. Tipo de arte de pesca utilizado en Bahía de los Ángeles. 33
- Figura 5.2. Porcentaje de las especies comerciales más importantes por grupos, sin considerar Algas rojas. 36
- Figura 6.1. Modelo "AP1-Núcleo" de la comunidad biológica-pesquera de Bahía de los Ángeles, con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables del que se desprenden los modelos del Grupo A. 48
- Figura 6.2. Modelo "BP1-Núcleo" de la comunidad biológica-pesquera de Bahía de los Ángeles, con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia menor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones menos importantes y frecuentes para el resto de las variables, del que se desprenden los modelos del Grupo B. 49
- Figura 6.3. Modelo "AB1" de la comunidad biológica de BLA con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables del que se desprenden los modelos del Grupo A. 51
- Figura 6.4. Modelo "BB1" de la comunidad biológica de BLA con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables del que se desprenden los modelos del Grupo B. 52
- Figura 6.5. Modelo "CB4" de la comunidad biológica de BLA con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables del que se desprenden los modelos del Grupo C. 53
- Figura 6.6. Ejemplo de efecto indirecto sobre la tortuga prieta cuando un disturbio provoca el aumento de los tiburones. 57
- Figura 6.7. Ejemplo de efecto directo e indirecto sobre la tortuga prieta. 59
- Figura 6.8. Respuesta de la variable tortuga prieta ante el aumento de la actividad pesquera en el escenario supuesto actual, cuando existe captura incidental de tortuga. 61
- Figura 6.9. Respuesta de la variable tortuga prieta ante el aumento de la actividad pesquera en el escenario supuesto de que exista control en su captura incidental. 62
- Figura 6.10. Respuesta de "no cambio" de los mamíferos marinos ante el aumento de la actividad pesquera. 64
- Figura 6.11. Rutas de la respuesta positiva de los tiburones (T) ante la disminución de algas (A). 68

Capítulo I

1. Introducción y Antecedentes

1.1 Importancia, Usos y Valores de las Tortugas Marinas

La percepción de la importancia de los recursos naturales en nuestro país ha sido un proceso lento, el cual recientemente ha cobrado importancia, donde la **conservación** de la flora y fauna se reconoce como una inversión a futuro ha venido cobrando importancia recientemente (SEMARNAP, 1999). Esto se ha observado en el aumento de áreas naturales protegidas alrededor del país, que independientemente de los intereses internacionales que se tengan, han contribuido al cambio en la actitud con relación al manejo y **aprovechamiento** de los recursos.

Una prueba del compromiso que se está adquiriendo en la **conservación y protección** de los recursos naturales, es la instalación de campamentos tortugueros a lo largo de las costas de México (SEMARNAP, 1999). Históricamente la presencia de las tortugas marinas ha tenido usos y valores importantes en el desarrollo de la cultura de los pueblos indígenas costeros, como es el caso de los Seris de Sonora, los Pómaros de Michoacán, Huaves de Oaxaca y Mayas en el Caribe, entre otros (Nabhan, 2003; Márquez, 1996). Las tortugas han sido motivo de adoración como deidad al asociarlas a rituales como el de la fertilidad y de gratitud por proveer alimento y medicina, ya que tradicionalmente los pobladores costeros obtenían un importante aporte de proteínas de los huevos y la carne (Caldwell, 1963).

Debido a que aún persisten muchos vacíos en nuestro conocimiento sobre su biología, es difícil clarificar con precisión su **función ecológica**. Sin embargo, la importancia ecológica de las tortugas, radica en el papel que desarrolla dentro de complejas cadenas alimenticias tanto en las playas de anidación como en los ambientes costeros y oceánicos (Bjorndal & Bolten, 2003; Moran & Bjorndal, 2005). Históricamente eran importantes reguladoras de la zona costera, aunque esto ha venido cambiando debido a la disminución de las poblaciones de tortugas marinas. Bouchard & Bjorndal (2000) y Pritchard (2004), señalan que la principal **función ecológica** de las tortugas marinas es trasladar la productividad del ecosistema marino a la costa,

depositándola como biomasa en tierra en forma de huevos, ricos en grasas y proteínas, que servirán para nutrir una gama extraordinaria de depredadores marinos y costeros. Asimismo, ayudan al mantenimiento de la vegetación de dunas (Bouchard & Bjorndal, 1999).

Los estudios hasta ahora disponibles muestran que los huevos y/o los cascarones desempeñan una función importante en el mantenimiento de las raíces de algunas gramíneas y en la estabilidad de los ecosistemas asociados a las dunas costeras (Bouchard & Bjorndal, 1999); mientras que las tortugas verdes (*Chelonia mydas*) aceleran el proceso de descomposición natural de los pastos (*Thalassia*) al **ramonear** sobre sus praderas, produciendo una mayor cantidad de nutrientes (Thayer *et al.* 1982; Thayer *et al.* 1984; Pritchard, 2004; Moran & Bjorndal, 2005), además ayudan a controlar la reproducción de las medusas (Pritchard, 2004).

El Instituto Nacional de Ecología (INE, 1999) señala los usos consuntivos y no consuntivos de las tortugas marinas como parte de la importancia de estas especies. Hasta antes de la veda total (1990) la piel, el aceite y los caparazones se utilizaron de muy variadas formas (Diario Oficial de la Federación, 1990). Actualmente es ilegal el uso consuntivo de tortugas marinas, o de partes procesadas para otorgarles un valor agregado. Sin embargo, se reconoce la existencia de una pesca dirigida e incidental así como un mercado negro de magnitud desconocida. También, desde hace algunos años se ha venido desarrollando una actividad no consuntiva basada en el **ecoturismo**. La observación de hembras y crías durante la época de anidación y el buceo en las zonas cercanas de alimentación y de anidación, organizadas como actividades de esparcimiento, son prácticas que están mostrando un potencial económico que, bien planificado, no incurre en la disminución de las poblaciones ni en la degradación del hábitat y apoya la educación ambiental de la gente local y de los turistas.

1.2 Biología y Ecología de la Especie

Existe gran controversia sobre el número de especies de tortugas marinas que habitan en el mundo. Márquez (1996) considera ocho especies de las dos familias sobrevivientes a la evolución, de las cuales siete llegan a México (Anexo 1): *Caretta caretta* (perica o jabalina),

Chelonia mydas (verde o blanca), *Chelonia agassizii* (prieta, negra, frijolillo), *Lepidochelys kempii* (lora), *Lepidochelys olivacea* (golfin), *Eretmochelys imbricata* (carey) y *Dermochelys coriácea* (laúd).

A las tortugas del género *Chelonia* que se encuentran distribuidas en el Océano Pacífico Oriental, desde el sur de los Estados Unidos hasta Chile (Seminoff *com. pers.* 2006)¹, al oeste de las Islas Revillagigedo y las Galápagos, se les conoce como tortuga prieta o negra (Márquez, 1996; Pritchard, 1997). Existe la controversia sobre si debe colocarse a la tortuga prieta del Pacífico como una especie independiente, *Chelonia agassizii*, o ubicarla como una subespecie de *C. mydas* (*C. mydas agassizii*) (Pritchard & Mortimer, 1999; Bowen *et al.* 1992). La justificación para tratar a cada especie por separado, es la distribución limitada al Pacífico Oriental; además de que existen diferencias morfométricas, de algunos rasgos osteológicos, de la forma del carapacho y coloración, y de hábitos de reproducción y alimentación, comparada con la tortuga verde (también llamada blanca) del Golfo de México (Márquez, 1996; Pritchard, 1997; National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service², 1998; Pritchard & Mortimer, 1999). No obstante, investigaciones recientes basadas en estudios genéticos y de composición bioquímica presentan contradicciones (National Research Council, 1990; Meylan & Meylan, 2000), ya que los estudios de ADN mitocondrial de tortugas del género *Chelonia* analizadas a nivel mundial, no apoyan el que haya una diferenciación entre las poblaciones del Pacífico Oriental (Karl *et al.* 1992; Bowen *et al.* 1992; NMFS & USFWS, 1998). Sin embargo, en México el INE-SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, 1999) y el Instituto Nacional de la Pesca (INP), consideran a la tortuga prieta como una especie diferente e independiente de la tortuga verde del Atlántico (Carrasco-Águila *et al.* 2000). Así, cuando en un documento internacional se refieren a la especie *Chelonia mydas* en estudios realizados en el Pacífico Oriental, en realidad se refieren a la tortuga prieta.

¹ Seminoff, Jeffrey A. Marine Turtle Research Program. NOAA - National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Center

² NMFS & USFWS, por sus siglas en inglés.

En el XXII Simposio de Biología y Conservación de Tortuga Marina, López-Mendilaharsu *et al.* (2003) en un trabajo realizado en Baja California Sur (B.C.S.), la nombra tortuga verde y la identifica como una subespecie de *C. mydas*, esto es: *C. mydas agassizii*. En el presente trabajo se ha considerado a la tortuga prieta como una subespecie: *Chelonia mydas agassizii*.

1.2.1 Características Biológicas de la Tortuga Prieta (*Chelonia mydas agassizii*)

a. Distribución y migración.

Las migraciones de *C. mydas agassizii* ocurren a lo largo del Continente Americano, en el Pacífico Oriental. Las hembras recuperadas en las playas de Michoacán, México, son individuos que han sido documentados desde El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Colombia (Alvarado & Figueroa, 1990). En México las especies han sido documentadas principalmente en el Golfo de California, aguas litorales de la costa Pacífico de la Península de Baja California y aguas adyacentes, hasta las costas de Oaxaca. La recaptura de especies es muy común y es, por lo regular, en aguas muy costeras (Alvarado & Figueroa, 1990, NMFS & USFWS, 1998; Seminoff *et al.* 2002b).

Esta especie es altamente migratoria, es común observarla desde la Bahía de San Diego, E.U.A. (Dutton, *et al.* 1992), hasta el norte de Chile (Márquez, 1996). Se concentra principalmente en la Bahía de San Diego E.U.A.; el Golfo de California, y desde Michoacán al Istmo de Tehuantepec, en México; en el Golfo de Fonseca en El Salvador-Nicaragua; al suroeste de Colombia; en las Islas Galápagos y zona continental del Ecuador; en la Península de Paracas al sur de Perú, y en la costa norte de Chile. También está presente en las Islas Revillagigedo, México, y posiblemente en las Islas de Cocos, Costa Rica y Malpelo, Colombia. En temporadas muy cálidas pueden observarse hasta Columbia, Canadá y Coquimbo, Chile (Márquez, 1996).

b. Reproducción.

Su reproducción es temporal y varía geográficamente. La zona más importante en México se encuentra en el estado de Michoacán, en las playas de Colola y Maruata (Márquez, 1996); anidan entre agosto y febrero, con un pico en octubre-noviembre (NMFS & USFWS, 1998). A

pesar de que en esta misma localidad, anidan otras especies de tortugas marinas, como la golfina y la laúd, sin embargo, Alvarado *et al.* (1985) reportan que la anidación de tortuga prieta ocurre después de la de tortuga golfina y antes que la tortuga laúd. También hay registros de anidaciones en lugares como las Islas Revillagigedo en México, las Islas Galápagos en Ecuador, el Golfo de Fonseca en El Salvador y la Isla de Cañas en Panamá. Generalizando, la época de reproducción para todas las zonas, va de abril a febrero, pero varía por playa (Márquez, 1996; Seminoff *com. pers.* 2006)³.

El ciclo de reproducción para la tortuga prieta en promedio es bianual o trianual, sin embargo, el periodo puede ser más largo, hasta 6 años (Seminoff *com. pers.* 2006)², debido a la escasez de alimento, cambios ambientales extraordinarios, por ejemplo, ENOS (El Niño oscilación del sur), o enfermedades (Márquez, 1996). El número de huevos varía también geográficamente, en Michoacán el promedio es de 65, pero puede llegar a poner hasta 130 huevos por nido. En promedio, la incubación tarda de 42 a 62 días, dependiendo de la temperatura (Márquez, 1990). El sexo de las crías esta determinado por la temperatura, y aunque varía de playa en playa, en general se sabe que las temperaturas con un promedio menor a 27° C (con un rango entre 26.4° - 27° C) durante la tercera fase de incubación, se obtiene un 100% de machos, por su parte, con un promedio de temperatura entre 27.5° - 31° C se obtiene un equilibrio de crías con ambos sexos y finalmente en nidos que están expuestos a temperaturas mayores a los 31° C (con un rango entre 31° - 32.9° C) se obtiene un 100% hembras (Alvarado y Figueroa, 1987 en NMFS & USFWS, 1998).

c. Crecimiento.

Se caracterizan por tener un crecimiento lento y madurez sexual tardía, misma que en general se alcanza a los 77.3 cm de largo-recto en el carapacho (LRC) y se asume que tarda para conseguir dicha longitud un mínimo de 20 a 25 años (Seminoff *et al.* 2002b); este índice de madurez es muy similar en otras áreas, por ejemplo, en individuos observados en vida silvestre en Hawai, se estima que la edad de la primera reproducción –con un mínimo de 81 cm de LRC-

³ Seminoff, Jeffrey A. Marine Turtle Research Program. NOAA - National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Center

se alcanza entre los 10 y 50 años, dependiendo del tipo de alimentación (Balazs, 1982 en NMFS & USFWS, 1998). En las Islas Galápagos se ha reportado un crecimiento de 0.40 a 0.45 cm al año en juveniles de 40 a 60 cm de LRC; mientras que los subadultos (86-66.7 LRC) crecen 0.15 cm por año (NMFS & USFWS, 1998). Seminoff *et al.* (2002b) aseguran que las tortugas prietas que habitan la zona del Golfo de California, requieren un mínimo de 18 a 20 años para alcanzar la madurez sexual.

d. Alimentación.

Todas las tortugas marinas durante la etapa juvenil son carnívoras. Son precisamente las del género *Chelonia* las que posiblemente después del primer año de vida inician el cambio hacia la alimentación herbívora (Márquez, 1996). Entre los grupos de algas que consumen están algunas Rhodophyta -entre las que destacan: *Gracilariopsis lemaneiformis*, *Gracilaria robusta* y *Gracilaria spinigera*-, y Phaeophytas (Seminoff *et al.* 2002a), así como pastos marinos (*Zostera marina*, *Phyllospadix torreyi*) (López-Mendilaharsu *et al.* 2003), además se han observado tortugas prietas forrajeando algas (*Bostrychia calliptera*, *B. radicans* y *Caloglossa deprieurii*), que crecen en la base de las raíces del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) (Green & Ortiz-Crespo, 1982). Sin embargo, en documentos más recientes se han encontrado algunos resultados distintos en estudios realizados en individuos juveniles y adultos (Seminoff *et al.* 2002a; Seminoff *et al.* 2006; López-Mendilaharsu *et al.* 2003 y 2005) entre los que destacan algunas presas como anélidos (*Sabellidae spp*), cnidarios (*Ptilosarcus undulatus*), poríferos-esponjas (*Hymeniacidon sinapium*), crustáceos (*Pleuroncodes planipes*) y medusas (Schypomedusae).

e. Comportamiento

Desde los barcos atuneros se describe a esta especie de tortuga marina "asoleándose" en la superficie del mar, aunque a medio día, se les observa nadando con mayor actividad (NMFS & USFWS, 1998). Estas observaciones fueron principalmente cerca de islas, donde estaban alimentándose cerca a la costa. A diferencia de la tortuga golfina, la tortuga prieta es raramente asociada con objetos flotantes (NMFS & USFWS, 1998). Todas las especies de tortuga marina han sido reportadas en asociación con peces como el dorado y algunos tiburones, sin embargo,

no siempre es fácil distinguir entre tortuga golfina o prieta (NMFS & USFWS, 1998), siendo quizá el mismo caso con respecto a aquellas que han observado "asoleándose", ya que este comportamiento es poco común en *C. mydas agassizii* (Seminoff *com. pers.* 2006)⁴.

1.3 Problemática de la Tortuga Marina en México.

México cuenta con un conjunto de ecosistemas variados y diversidad de especies, tanto en el medio terrestre como en el marino; por lo que a nuestro país llegan seis de las siete especies⁵ de tortugas marinas que habitan en el mundo (Anexo 1). En el Golfo de California se encuentran cinco de estas especies (Nichols & Seminoff 1996); todas enlistadas dentro de la NOM-059, dentro de la categoría en peligro de extinción (P) (D.O.F. 2002).

El "Programa Nacional de protección, conservación, investigación y manejo de tortugas marinas" (SEMARNAP, 1999) mencionan que, dentro de las especies de tortugas marinas listadas en la NOM-059, las del género *Dermochelys* y *Chelonia* no han mostrado recuperación a pesar de las estrategias implementadas. Sin embargo, los registros recientes muestran un incremento de anidaciones de tortuga prieta en las playas de Michoacán, México (J. Alvarado & C. Delgado-Trejo *com. pers.* a J. Seminoff, 2006; A. Abreu *com. pers.* 2005⁶) (Anexo 2).

La tortuga prieta se está recuperando, pero todavía existen factores de **riesgo**, como la **Captura incidental (CI)**, que altera a la comunidad biológica con la que interactúa, coartando sus roles ecológicos dentro del ecosistema. Una pregunta que ha sido poco explorada es el papel que juegan los efectos indirectos causados por la interacción de las tortugas con otras especies. Esta alternativa ha sido poco estudiada en el medio terrestre (Tscharntke *et al.* 2002), y menos aun en el medio marino. Hasta el 2000, el 90% de las publicaciones se basaban en estudios realizados en hembras en las playas de anidación (Bjorndal, 2000) y son muy recientes los estudios poblacionales de tortuga marina en mar abierto.

⁴ Seminoff, Jeffrey A. Marine Turtle Research Program. NOAA - National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Center.

⁵ Ver discusión sobre el número de especies dentro del apartado 1.2 Biología y Ecología de la Especie.

⁶ Alberto Abreu, UNAM, Unidad Mazatlán.

Entender la relación de las tortugas marinas con otras especies puede ser la ruta que garantice su **conservación**. Conocer la relación que existe entre ellas y sus depredadores, así como con las especies con las que interactúa directa o indirectamente, puede ayudar a dirigir los esfuerzos para su **conservación**, incluyendo otros aspectos que hasta ahora no se han considerado.

1.4 Impactos Directos e Indirectos Causados por la Captura Incidental.

Se han planteado diferentes hipótesis para explicar la disminución de poblaciones de tortuga marina. Márquez & Villanueva (1988) en un estudio realizado para el Golfo de México y el Mar Caribe, la atribuyen a la contaminación marina y a la caza excesiva de estas especies. Por otro lado, Oravetz (2000) y Hays *et al.* (2003) aseguran que la pesca incidental es un factor frecuente de mortalidad. Sin embargo, no es fácil cuantificar directamente el grado de mortalidad que causa la **captura incidental**, ya que los reportes de los pescadores son incompletos por miedo a represalias.

En el informe del National Research Council (1990) en Estados Unidos, la pesca de arrastre por barcos camaroneros es señalada como la más importante fuente de mortalidad de tortugas asociada a actividades humanas, "ya que afecta juveniles, subadultos y reproductores en las aguas costeras estadounidenses". También son citadas como fuentes importantes de mortalidad, las redes de arrastre de otras pesquerías, las redes agalleras, los palangres y la mortalidad por desechos de artes de pesca tirados al mar, en los cuales quedan atrapadas las tortugas marinas. Oravetz (2000) y Lewison *et al.* (2004b) indican que las mayores fuentes de mortalidad de tortugas marinas por artes de pesca son: las redes de arrastre, los palangres pelágicos y de fondo, las redes agalleras utilizadas en la costa, y las redes de trampa (como los **chinchorros** con bolsa y las **almadrabas**), el enredado en cabos de boyas o de trampas y los **sedales** y anzuelos de la pesca comercial y deportiva. Lutcavage *et al.* (1997) reportan miles de tortugas marinas asesinadas anualmente por las redes de camarón en el litoral Este de los Estados Unidos, antes de que se implementaran medidas de **protección**. Algunas pesquerías han sido causa de mayor preocupación: la disminución de *Dermochelys coriacea* en el Pacífico se ha

atribuido a la pesca con palangre y red agallera (Eckert & Sarti 1997; Spotila *et al.* 2000; Crowder 2000).

Internacionalmente, la CI en la pesca industrial de camarón incluye una alta incidencia de especies de tortuga marina que se alimentan principalmente de crustáceos –por ejemplo, *Caretta caretta* y *Lepidochelys* ssp- (Moncada-Gavilán *et al.* 2003). En Cuba se cuantificó la CI de tortuga marina del total de la biomasa capturada por diferentes tipos de pesquerías, estudio realizado en el periodo de un año (2000-2001) con información obtenida de pescadores, técnicos y biólogos pesqueros (Moncada-Gavilán *et al.* 2003): 1) La proporción de CI de tortuga marina en la captura de peces de aleta como especie objetivo fue del 53%. 2) La pesquería con redes estáticas (como redes de **trasmallo**) y cercos contribuyen con una CI del 16% y 11% respectivamente, y ninguna tortuga fue reportada en el uso de trampas. 3) La CI de tortuga marina por barcos de arrastre fue del 73% (se efectúa en aguas poco profundas y en diferentes tipos de hábitat), donde sólo la pesquería del camarón contribuye con el 12%. La proporción de mortalidad de tortugas marinas depende del tiempo del arrastre, pero en promedio es cerca del 40%. La mayoría de las tortugas capturadas incidentalmente en Cuba son *Chelonia mydas* (tortuga verde). Hay que aclarar que en el programa Cubano, no está reglamentado el uso del Dispositivo Excluidor de Tortugas Marinas (TED, por sus siglas en inglés), debido a que el hábitat en el cual opera la pesca de camarón generalmente no está asociado con las tortugas.

Los impactos ocasionados por la pesca son diferentes en cada país y en las costas de México la situación es muy diferente a lo que sucede en Cuba. La captura de tortuga marina por la pesca artesanal en México no está bien documentada debido a la falta de reportes de los pescadores, y en Baja California ni siquiera existe. Sin embargo, es de conocimiento popular entre los habitantes la presencia de carapachos en zonas desérticas o poco concurridas. Gardner & Nichols (2001), en un estudio realizado en Bahía Magdalena, B.C.S., México, encontraron que era 3.5 veces más común encontrar un carapacho cerca de las comunidades y sitios de venta, que en playas deshabitadas. Esto supone que la mortalidad de tortugas marinas está relacionada principalmente con el consumo doméstico en esta parte del país, teniendo un impacto tanto en juveniles como en adultos de la población.

Aunque existen pocos registros de CI de tortuga marina en la pesca de atún, varios autores han encontrado que existe una relación entre la mortalidad de tortugas y el uso de palangres pelágicos (Epperly *et al.* 2003; Balestra *et al.* 2003; Lewison *et al.* 2004a). Muchas tortugas marinas muerden los anzuelos cebados de la pesca con palangres y se enredan en los **reinales** y, aunque la mayoría de las especies no-objetivo son liberados vivos, los anzuelos quedan alojados en el tracto gastrointestinal y eventualmente los organismos mueren con lesiones inevitables (Oravetz, 2000). En el Océano Pacífico se conoce el efecto negativo ocasionado por la pesca de atún a los grandes depredadores (Botsford *et al.* 1997; Lewison *et al.*, 2004b; J. Vaca-Rodríguez, *com. pers.* 2005⁷). El tiburón azul (*Prionace glauca*) es la especie más común capturada incidentalmente (SPC, 2005), seguida del tiburón zorro o coludo (*Alopias superciliosus*), tanto por el uso de palangre como por red de cerco (Compagno, 1984; Cox *et al.* 2002), aunque investigaciones recientes, realizadas en el alto Golfo de California las especies de tiburones más frecuentemente capturadas de manera incidental en la red de cerco son el tiburón puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), el sedoso (*C. falciformis*) y el tiburón puntas blancas (*C. longimanus*) (Chong-Robles, 2006).

El efecto causado por las pesquerías no necesariamente afecta de manera directa a las poblaciones de tortuga marina, sino que puede tener un impacto indirecto, provocando cambios en la estructura de la comunidad. Asimismo, los impactos indirectos provocados por las pesquerías pueden tener efectos en la megafauna marina (Botsford *et al.* 1997; Lewison *et al.*, 2004b; Shepherd & Myers, 2005) causando daños que han sido poco estudiados. Castilla (2001) realiza un análisis de diferentes trabajos con ejemplos de impactos en ecosistemas marinos por efectos antropogénicos y no antropogénicos (o ambos), utilizando modelos tróficos en la zona intermareal. En este trabajo, el autor menciona que hay al menos dos aspectos de la influencia humana en comunidades marinas que son difíciles de evaluar y demostrar la relación causa-efecto. El primero es el funcionamiento de las comunidades marinas que son afectadas indirectamente por actividades antropogénicas, ya que los efectos en cascada hacia niveles

⁷ Vaca-Rodríguez, Juan Guillermo. Facultad de Ciencias Marinas, UABC y Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines.

tróficos bajos son más complejos y difíciles de medir. El segundo es el limitado conocimiento de la elasticidad en comunidades marinas, principalmente basado en datos preliminares.

Los efectos indirectos están menos documentados que los efectos directos entre especies, debido a la dificultad de medir este tipo de impactos. Sin embargo, para entender cuales son las consecuencias indirectas de la remoción de especies por la pesca, es importante conocer cómo funciona todo el ecosistema (Botsford *et al.* 1997; Jennings *et al.* 2001; & Committee on the Applications of Ecological Theory to Environmental Problems, 1986. Datos históricos sugieren que la pérdida de los grandes depredadores como los elasmobranquios, así como mamíferos y reptiles (Botsford *et al.* 1997; Myers & Worm, 2003) ya han marcado cambios; ya sean simples, múltiples o combinados que pueden afectar la estructura del ecosistema, incluyendo la diversidad de especies y su funcionamiento (Castilla, 2001; Myer & Worm, 2003). Algunos impactos indirectos más documentados son (United Nations Foundation, 2005) (UNF por sus siglas en inglés): a) la sobrepesca, que reduce la biomasa de los recursos exportados de niveles óptimos a niveles bajos, provocando un desequilibrio en las poblaciones y en la comunidad, b) cambios en la composición de especies y en la biodiversidad, son comúnmente causados por la reducción progresiva de los grandes depredadores, dando lugar a cambios en la composición de especies dominantes. Lewison *et al.* (2004b) se refiere a estos efectos indirectos, como "efectos de alto orden" debido a que son más difíciles de detectar. Este nombre se refiere a los efectos ecológicos directos e indirectos que causa la CI de especies de altos niveles tróficos.

2. Marco Conceptual

2.1 Ecología de Comunidades y Manejo de Ecosistemas

El presente estudio, se enfocará al nivel de organización de comunidades, obligatorio para estudiar al ecosistema en el que interactúa la tortuga prieta. El concepto de Manejo de Ecosistemas se emplea para ofrecer escenarios de **protección y conservación** en dos niveles de comprensión: manejo a nivel ecosistema-hábitat y manejo de recursos, en este caso del recurso tortuga marina, esto con el fin de ofrecer respuestas a los escenarios reales de **protección y aprovechamiento** de recursos pesqueros de Bahía de los Ángeles, B.C.

La Comunidad en biología, también conocida como **biocenosis**, es un conjunto de poblaciones de diferentes especies interactuantes que comparten un lugar común en el espacio llamado hábitat (**biotopo**). La ecología de comunidades es el estudio de la organización y funcionamiento de las comunidades (Emmel 1987, Ville 1995). Una comunidad procesa tanto energía como los nutrientes que entran al sistema. Para estudiarla es necesario describir la red alimenticia y seguir el curso de la energía y los nutrientes a través de ella, desde los productores primarios, hasta los herbívoros y carnívoros, lo que nos lleva al campo de la ecología. Haekcel en 1870 definió, por primera vez, el término Ecología como el estudio de las complejas interrelaciones de los individuos con su medio, tanto orgánico como inorgánico. Ésta fue la primera definición que se aceptó y publicó en el mundo científico del término; actualmente se define como "el estudio de las relaciones entre organismos y la totalidad de los factores físicos y biológicos que los afectan o influyen" (Pianka, 1988).

La gran variedad de factores que interactúan, directa o indirectamente, con los organismos de un área en común hacen de la ecología de comunidades una ciencia compleja que estudia los rangos de las especies (individuos), los factores que la afectan, la influencia de un componente particular dentro de una comunidad (por ejemplo: carnívoros), el ciclo de nutrientes y la estabilidad de comunidades, entre otras variables (Pianka, 1988).

El término Ecosistema, fue acuñado por el ecólogo vegetal Tansley en 1935, quien enfatizó la necesidad de estudiar las interacciones entre los elementos vivos como factores abióticos en los sistemas naturales complejos; para Tansley, un ecosistema es "una gran unidad ecológica que

incluye todas las comunidades en una región con una asociación de características abióticas" (Dawes, 1998; Castillo, 2003). Los ecólogos emplean el término ecosistema para indicar una unidad natural de partes bióticas o abióticas, con interacciones mutuas para producir un sistema. Para calificarla como ecosistema, la unidad ha de ser un sistema **estable**, donde el recambio de materiales sigue un camino circular (Pianka, 1988).

El término Manejo de Ecosistemas es un proceso estratégico interdisciplinario con metas específicas para la **conservación, aprovechamiento y protección** de los recursos a largo plazo para beneficio del hombre (Rowe, 1992; Grumbine, 1994; Christensen *et al.* 1996; Brunner & Clark, 1997)⁸. Se trata entonces de un enfoque que considera la necesidad de proteger los ecosistemas, ya que éstos son la "fuente" de recursos y servicios útiles para las sociedades (Castillo, 2003). Otra definición del manejo de ecosistemas se postula como el proceso por medio del cual se definen las condiciones ecológicas que se requieren mantener para asegurar un ecosistema sano, así como las acciones para lograrlo (Harwell *et al.* 1999). La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define al manejo como el conjunto de políticas, estrategias, programas y regulaciones establecidas con el fin de determinar las actividades y acciones de **conservación, protección, aprovechamiento** sustentable, investigación, producción de bienes y servicios, restauración, capacitación, educación, recreación y demás actividades relacionadas con el desarrollo sustentable en las áreas naturales protegidas (D.O.F., 2004).

2.2 Modelos Ecológicos en Pesquerías

Un modelo es una construcción intelectual de un sistema, que utilizamos para estudiar el mundo real. Todo modelo distorsiona un sistema con la finalidad de simplificarlo. Sin embargo, esta simplificación es necesaria para alcanzar un entendimiento del funcionamiento de un sistema. Un modelo intenta explicar y predecir fenómenos naturales, además de establecer

⁸ Rowe, 1992: ver en: <http://www.snre.umich.edu/ecomgt/emapproach/quotes.htm>

pruebas sobre casos hipotéticos que permitan formular preguntas relacionadas con el impacto del hombre sobre un ecosistema (Puccia & Levins, 1985; Odum, 1999; Turner *et al.* 2001).

Odum (1999) señala que cualquier modelo funcional que intente explicar una situación ecológica tiene al menos cuatro componentes:

- ☒ Variables de estado (propiedades).
- ☒ Fuerzas impulsoras, las cuales son fuentes de energía exterior o fuerzas causales que impulsan el sistema.
- ☒ Trayectorias de flujo, que indican hacia donde fluye la energía o la transferencia de materiales.
- ☒ Funciones de interacción, donde las fuerzas y las propiedades actúan entre sí para modificar, amplificar o controlar los flujos.

Para entender lo que pasa en un sistema que produce entradas y salidas de energía, se han propuesto el uso de diferentes modelos a nivel de ecosistema cuya finalidad es entender las respuestas directas e indirectas de la comunidad ante un **disturbio**. Los modelos utilizados en ecosistemas acuáticos han sido orientados a proponer una solución a los efectos ocasionados por las pesquerías o por la introducción de especies exóticas (Cox *et al.* 2002; Hinke *et al.* 2004).

2.2.1 Modelos cuantitativos.

Los modelos multiespecíficos más utilizados que se han aplicado a pesquerías son los "modelos cuantitativos" que permiten entender la dinámica del sistema utilizando información relacionada con el balance de masas, productividad y consumo o composición de las dietas de cada componente de la cadena trófica. El más utilizado, es el desarrollado por Christensen y Pauly (1993), conocido como "Ecopath con Ecosim" (EwE por sus siglas en inglés). EwE es un modelo ecológico con diferentes componentes: a) Ecopath, que analiza el balance de biomasa y flujos tróficos de los ecosistemas en equilibrio; y b) Ecosim, que es un módulo de simulación dinámico que depende del tiempo y del espacio, diseñado para explorar los impactos pasados y predecir los efectos futuros causados por las pesquerías y los **disturbios** ambientales. Este tipo

de modelo se puede utilizar para responder preguntas ecológicas dirigidas, evaluar efectos de las pesquerías, explorar políticas de manejo, analizar impactos y predecir trayectorias de las poblaciones (Christensen & Walters, 2004).

Hinke *et al.* (2004), utilizando el modelo EwE, sugieren que existe un potencial de interacciones indirectas entre especies no objetivo. Al integrar al modelo escenarios hipotéticos de manejo, los autores encontraron que los efectos indirectos del palangre y la red de cerco son más importantes en las especies de niveles tróficos superiores y, por el contrario, las especies de niveles tróficos bajos son afectadas directamente por la pesquería con red de cerco.

Cox *et al.* (2002) recopilan información del Océano Pacífico Central durante el periodo 1952-1998 y analizan los impactos ocasionados en la comunidad por las pesquerías y su dinámica, específicamente los causados por la pesca de atún. Estos autores encuentran un aumento en el reclutamiento de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), y en general de la biomasa de juveniles de otras especies capturadas, debido a la reducción de depredadores tope del sistema. Esta disminución se puede explicar principalmente por la CI asociada a la pesquería de atún. Entre las especies capturadas incidentalmente están algunas especies de tiburón como el azul (*Prionace glauca*), zorro o coludo (*Alopias superciliosus*), mako (*Isurus oxyrinchus*), puntas blancas (*Carcharhinus longimanus*) y tigre (*Galocerdo cuvieri*). A pesar de esto, en general encuentran poca evidencia de los impactos tróficos asociados con la pérdida de depredadores, debido a las dificultades de aplicar detalladamente este tipo de modelos tróficos en sistemas de aguas abiertas, en los cuales los datos ecológicos y pesqueros muestran incertidumbre.

En ambos trabajos los autores mencionan haber encontrado dificultades al utilizar este tipo de modelos cuantitativos (EwE) debido a la escasez o calidad de los datos de dietas y biomasa, requeridos para alimentar el modelo.

2.2.2 Modelos cualitativos.

El análisis cualitativo es una herramienta matemática que utiliza el álgebra matricial para conocer cómo se propaga el efecto directo e indirecto de un **disturbio** en todas las variables de un sistema o una comunidad. Utiliza el conocimiento previamente generado sobre la relación o

interacción ecológica que existe entre variables: positiva, negativa o no-relación, para generar una matriz de la comunidad (Puccia & Levins, 1985).

La aplicación de los modelos cualitativos para entender sistemas ecológicos es relativamente nueva. En 1974, Richard Levins introduce las técnicas cualitativas (Loop Análisis) para estudiar el funcionamiento de sistemas ecológicos complejos (Li & Moyle, 1981). Sin embargo, su uso fue limitado a sistemas pequeños debido a que todos los cálculos matemáticos eran hechos a mano y, conforme aumentaba el número de variables, el procedimiento se hacía más complejo y tardado. En los 1980's se desarrollaron algoritmos computacionales para apoyar el uso de la técnica desarrollada por Levins y su aplicación se ha hecho más frecuente en nuestros días (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Uso de técnicas cualitativas con Loop Análisis en el análisis de sistemas ecológicos y las predicciones propuestas por los modelos.

Autor/Año	Caso Estudio	Conclusiones importantes	Observaciones
Li & Moyle 1981	Introducción de especies exóticas en Lagos.	Los sistemas pobres en nutrientes son más sensibles y llegan a ser inestables ante la presencia de especies exóticas.	El análisis de dos lagos con características diferentes, sugirió que los "candidatos ideales" para ser introducidos deben ser aquellas especies que puedan co-adaptarse con algunos miembros del sistema.
Bodini 1998	Reconstrucción de la estructura del Lago St. George en la provincia de Ontario, Canadá.	Utilizando las predicciones de los modelos propuestos, plantea estrategias de manejo orientadas hacia niveles tróficos más sensibles a los cambios externos.	Resalta el valor de las predicciones como parte central del manejo de ecosistemas.
Bodini et al. 2000	Formulación de una propuesta de manejo en los Manglares del Río Po, Italia.	Determinan el uso óptimo de los manglares dependiendo de sus necesidades y prioridades. Los criterios se basan en la calidad ambiental del sitio, vida silvestre y características morfológicas.	Integran diferentes metodologías: análisis económico, técnica de evaluación multicriterio y modelación cualitativa.
Loiselle et al. 2000	Esteros del Ibera, Argentina, Área Protegida. Se creía que aumentar los esfuerzos en la conservación del <i>Caiman yacare</i> mejoraría el sistema.	Los modelos cualitativos mostraron un mecanismo negativo entre los esfuerzos en reducir la mortalidad de los caimanes y la abundancia de aves y algunas especies de peces. Las poblaciones de caimán y de aves piscívoras son menos sensibles a los cambios en el sistema.	Resaltan el potencial que ofrece el conocimiento de los efectos secundarios en un sistema, ya que permiten conocer los impactos negativos indirectos en especies depredadoras y otros niveles tróficos importantes.

Septiembre 2007

Autor/Año	Caso Estudio	Conclusiones importantes	Observaciones
Ortiz & Wolff 2002	Bahía Tongoy, Costa de Chile. Estrategias de manejo para un sistema pesquero.	Evaluaron la sustentabilidad del hábitat bentónico de La Bahía al valorar la respuesta del sistema ante escenarios alternativos de manejo.	En sus modelos incluyeron la esfera social y ecológica.
Montaño-Moctezuma 2002 y 2007	Reconstrucción de la comunidad marina con diferente grado de conservación y explotación, Costa de Oregon, E.U.A.	Las interacciones entre especies cambian en cada comunidad dependiendo del sistema o las condiciones locales. Los modelos sugieren que las reservas marinas limitadas a la protección de un solo nivel trófico pueden causar inestabilidad en el sistema disminuyendo su diversidad.	Aunque las comunidades de diferentes sitios pueden estar representadas por el mismo número de especies, la estructura trófica de la comunidad de cada sitio puede diferir debido a cambios físicos en el ambiente, a la sucesión o a los cambios en la abundancia de especies.
Montaño-Moctezuma & Heppell 2003	Conocer el efecto de la diversidad de la dieta en la estructura de la comunidad del lobo marino de Steller.	Analizando los efectos directos e indirectos de cada miembro de la comunidad, encontraron que la población de lobo de Steller tiende a aumentar en todos los modelos a excepción de aquellos en los que el lobo consumía una sola especie.	Analizaron diferentes modelos alternativos en donde el número de presas consumidas por el lobo marino variaba.
Espinoza-Tenorio 2005	Caracterización del sistema biológico-pesquero en el Alto Golfo de California.	Resalta la importancia que tiene el nivel trófico del recurso impactado, ya que de su posición en la cadena trófica y de las interacciones con otras especies depende su posible recuperación ante estrategias de manejo propuestas.	Utiliza la combinación de tres técnicas: modelos cualitativos, el marco conceptual presión/estado/respuesta (PER) y los Sistemas de Información Geográfica. Este ensamble genera hipótesis de manejo en corto tiempo, útiles para los tomadores de decisiones.

Esta técnica se ha utilizado para entender el comportamiento de los ecosistemas estudiados ante diferentes propuestas de manejo. A través de los modelos teóricos propuestos se pueden determinar estrategias de manejo y dirigir esfuerzos hacia el control de impactos negativos (Loiselle *et al.* 2000).

Algunos aspectos poblacionales de la tortuga prieta, como las principales presas que consume, se han estudiado extensivamente en Bahía de los Ángeles (Seminoff *et al.* 2002a); sin embargo, la relación de esta especie con el resto de la comunidad biológica ha sido poco estudiada. Para entender cuáles son los efectos directos e indirectos provocados por la remoción de especies comerciales y no comerciales, es importante conocer el funcionamiento del sistema

a través de la interacción entre diferentes niveles tróficos. Debido a esto, es de suma importancia estudiar a la comunidad de la cual forma parte la tortuga prieta, integrando la información empírica y científica en modelos cualitativos que permitan entender la respuesta del sistema ante un disturbio dado. La información generada permitirá proponer estrategias de manejo para la elaboración del Plan de Manejo de la Reserva, que consideren el sistema como un todo, y que sirvan de complemento a las estrategias actuales de manejo a nivel poblacional.

Capítulo II

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar modelos ecológicos alternativos que permitan conocer el efecto de la pesquería artesanal como factor de **riesgo** para la comunidad de la tortuga prieta (*Chelonia mydas agassizii*).

3.2 Objetivos Específicos

- a. Caracterizar la comunidad de la tortuga prieta en Bahía de los Ángeles, Golfo de California.
- b. Conocer los efectos directos e indirectos de la pesca artesanal en la comunidad de la tortuga prieta en Bahía de los Ángeles, Golfo de California.
- c. Analizar las predicciones de los diferentes modelos ecológicos propuestos, ante diferentes escenarios posibles de conservación y manejo.
- d. Proponer estrategias de conservación alternativas a partir del análisis de las predicciones de los modelos ecológicos

4. Metodología

4.1 Área de estudio

Bahía de los Ángeles (BLA) ($28^{\circ} 58' N$, $113^{\circ} 33' O$), está ubicada en el nordeste del estado de Baja California (B.C.), en el Golfo de California (Figura 4.1), y fue declarada como "Reserva de la Biósfera" (D.O.F., 2007) el 5 de junio de 2007. Abarca una extensión total de 387,956.88 ha, y está comprendida por la Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y Salsipuedes (Anexo 3).

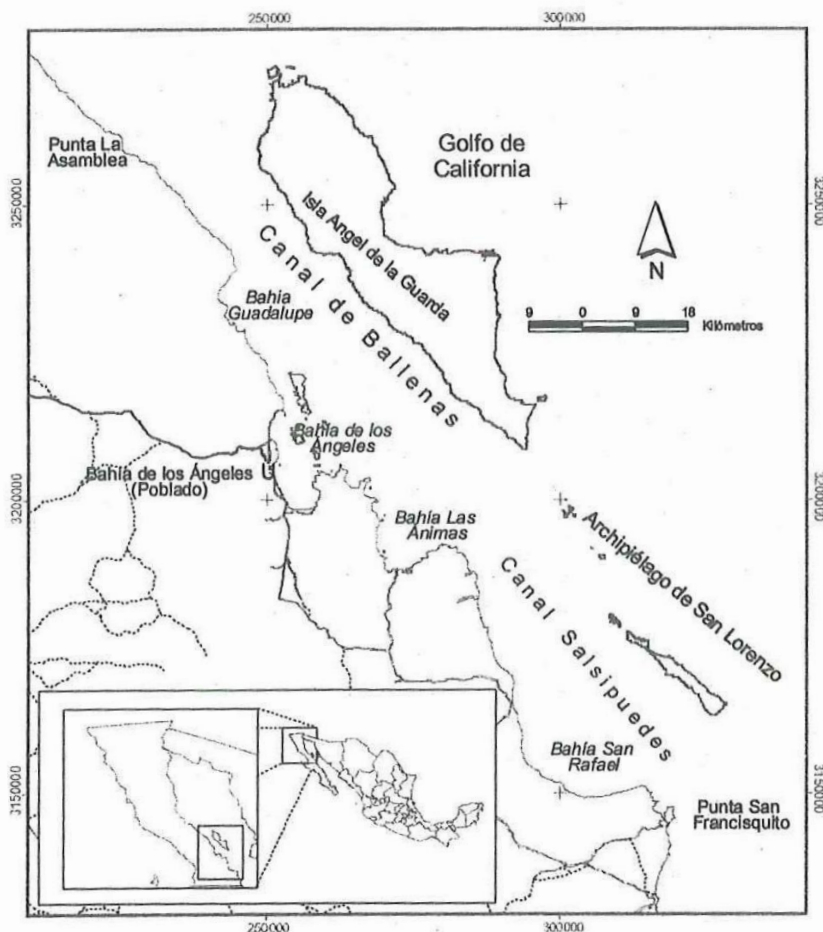


Figura 4.1. Bahía de los Ángeles y su Área de Influencia. (Tomado de Danemann, 2002).

Es una zona con alta diversidad de invertebrados marinos (Brusca & Brusca, 2003) y algas, de las cuales 108 especies son de algas rojas, 21 de algas pardas y 17 de algas verdes, siendo

Gracilariopsis lemaneiformis (con valor comercial), *Sargasum* sp. y *Ulva* sp. las especies dominantes en biomasa a lo largo de la Península de Baja California (Pacheco-Ruiz, et al. 1999, CONANP, 2005).

La ictiofauna de BLA, cuenta con especies endémicas y otras con distribución geográfica discontinua, presentes también en la costa del Pacífico, entre las que se encuentran diversas especies de tiburones, rayas y mamíferos marinos.

El Golfo de California es una zona importante de crianza de tiburones, entre ellos, los tiburones de los géneros: *Alopias*, *Carcharhinus* y *Sphyrna* (Villavicencio-Garayzar, 1999).

El lobo marino de California, *Zalophus californianus*, es el único pinnípedo residente en el Golfo de California, donde sus mayores poblaciones están en el cinturón de las Grandes Islas y en el norte del Golfo de California (Mellink & Romero-Saavedra, 2005). El lobo marino comparte un nivel trófico alto con otros mamíferos marinos (Anderson et al. 1976 y Le Boueuf et al. 1983 en Mellink & Romero-Saavedra, 2005). Los lobos marinos interactúan con pocas especies comerciales y, a lo largo del Golfo de California, varían su dieta dependiendo del recurso disponible (Mellink & Romero-Saavedra 2005; García-Rodríguez & Aurióles-Gamboa, 2000; Aurióles-Gamboa & Hernandez-Camacho, 2003; Aurióles-Gamboa et al. 2003).

Guerrero-Ruiz (1997) reporta para el Golfo de California, a la orca (*Orcinus orca*) como consumidor de tortuga golfina, no obstante no existen datos que indiquen una interacción entre esta y la tortuga prieta. Sin embargo, su presencia ha sido reportada por diferentes autores en el Canal de Ballenas (Breese & Tershy, 1993; Guerrero-Ruiz et al., 1998), y por pescadores locales que la han observado en BLA desde el verano (Tabla 5.6).

Las familias de mamíferos reportados en BLA y el Canal de Ballenas son Delphinidae, Physteridae, Kogiidae y Ziphiidae (Schinkel, 2004; Guerrero- Ruiz, 1998 y 1997; Urbán & Flores 1996; Breese & Tershy 1993; Tershy, 1992; Tershy et al., 1990), de los cuales, ocasionalmente se observan *Kogia sima*, *Orcinus orca* y *Physeter macrocephalus* (Barbosa-Devéze, 2006;

Seminoff *com. pers.* 2006⁹). Las familias de peces óseos que se encuentran son Carangidae, Coryphaenidae, Clupeidae, Engraulidae, Merlucciidae, Mugilidae, Pleuronectidae, Sciaenidae y Scombridae (Allen & Robertson, 1994).

4.2 El Análisis Cualitativo

Para conocer los efectos directos e indirectos de la pesquería en la población de tortuga prieta, se utilizó la técnica de Análisis Cualitativo (Loop Análisis). Esta técnica utiliza el conocimiento biológico y ecológico existente en la literatura, así como el conocimiento local para generar matrices de la comunidad. Una ventaja que ofrece la construcción de modelos cualitativos es que no requiere incluir todos los niveles de la trama alimenticia. El Loop Análisis se basa en el balance que obtiene el sistema mediante los procesos de autorregulación (Puccia & Levins, 1985). Es por ello que las variables utilizadas en los modelos están definidas por grupos funcionales, los que resumen la diversidad del sistema y representan las interacciones entre variables. Para representar a los sistemas se utilizan diagramas de signos en los que se indican las interacciones entre las especies, o grupos funcionales, que conforman la comunidad. Una interacción positiva de una variable X_1 a una variable X_2 está representada por una flecha: $X_1 \rightarrow X_2$, y una negativa por una línea con un círculo al final: $X_1 \circ X_2$. La unión directa entre depredador y presa se indica por una línea con un círculo y punta de flecha: $X_1 \bullet \rightarrow X_2$, que significa el beneficio recibido por el consumidor y por lo tanto la pérdida sufrida por la presa. También pueden ser representadas interacciones no-tróficas como competencia: $X_1 \bullet \circ X_2$, mutualismo: $X_1 \leftarrow \bullet X_2$, comensalismo $X_1 \rightarrow X_2$ y amensalismo $X_1 \bullet \circ X_2$ (Puccia & Levins, 1985).

En la Figura 4.2.A se muestra un sistema simple depredador-presa. La población X_1 (presa) recibe un efecto negativo de X_2 (depredador) al ser consumida; a su vez, la población X_2 recibe un efecto positivo de X_1 al consumir a su presa. Los procesos de autorregulación son representados por ciclos  que empiezan y terminan en la misma variable e indican procesos de densidad-dependencia. La autorregulación generalmente se utiliza para indicar la

⁹ Seminoff, Jeffrey A. Marine Turtle Research Program. NOAA - National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Center.

relación que existe entre una variable del sistema y otra variable externa que no fue incluida en el sistema con fines de simplificación, pero que contribuye a controlar la densidad de la variable incluida. Por ejemplo, la abundancia de algas (x_1) está controlada tanto por los herbívoros (x_2), que las consumen como por la disponibilidad de nutrientes. Si los nutrientes no son incluidos en el sistema como variable, es necesario representarlos como una autorregulación en la variable algas (Fig. 4.2.A).

La Figura 4.2.B muestra un sistema de tres poblaciones en donde Y_1 y Y_2 (herbívoros) compiten por espacio y, a su vez, son regulados por un depredador (Y_3). En este sistema, la autorregulación en cada variable indica que existe otro regulador importante que no fue incluido en el sistema, puede ser un depredador para Y_3 o la disponibilidad de alimento para Y_1 y Y_2 .

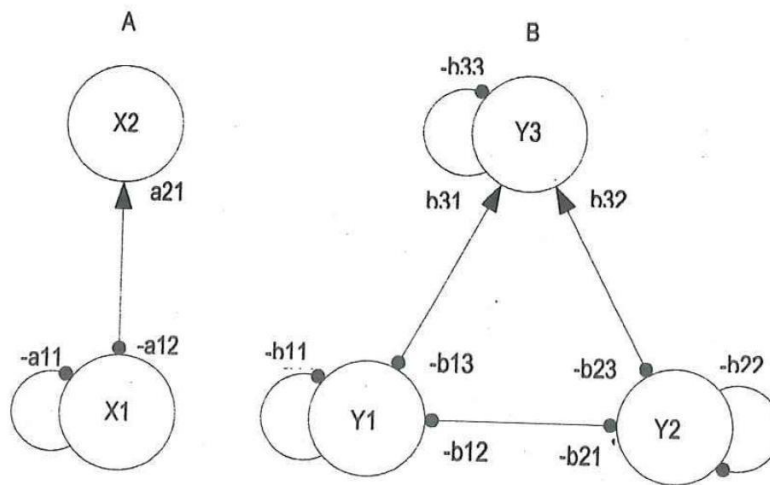


Figura 4.2. Dos sistemas representativos del modelo cualitativo.

Los coeficientes a_{ij} representan la interacción entre especies y con ellos se elabora la matriz de la comunidad. Por ejemplo, a_{21} representa el efecto positivo que recibe la variable x_2 de la variable x_1 en el sistema A.

A. Ejemplo de una cadena trófica simple: herbívoro (X_2), algas (X_1).

B. Ejemplo de una comunidad con 3 poblaciones diferentes: dos especies diferentes de herbívoros, que son competidores (Y_1 , Y_2) y un depredador (Y_3). Se indican los procesos de autorregulación en cada población, A: Y_1 y B: Y_1 , Y_2 y Y_3 .

Los coeficientes a_{ij} de una matriz, representan la interacción entre especies y variables abióticas. Los signos de la matriz, indican el tipo de interacción entre variables -interacciones positivas (a_{21}) y negativas ($-a_{12}$), o cuando no la hay (0); el signo del proceso de

autorregulación o denso-dependencia, es por tanto negativo (-a₁₁). La tabulación de los signos de interacción de las *j*-ésimas con las *i*-ésimas especies en la matriz constituye la elaboración de la matriz de la comunidad. Cada especie es representada en un renglón y una columna (Li & Moyle, 1981). Los modelos de la Figura 4.2 se representan de la siguiente manera:

Sistema A			Sistema B		
		$j=1 \quad j=2$			$j=1 \quad j=2 \quad j=3$
X1	$i=1$	$\begin{bmatrix} -a_{11} & -a_{12} \end{bmatrix}$	Y1	$i=1$	$\begin{bmatrix} -b_{11} & -b_{12} & -b_{13} \end{bmatrix}$
X2	$i=2$	$\begin{bmatrix} a_{21} & 0 \end{bmatrix}$	Y2	$i=2$	$\begin{bmatrix} -b_{21} & -b_{22} & -b_{23} \end{bmatrix}$
			Y3	$i=3$	$\begin{bmatrix} b_{31} & b_{32} & -b_{33} \end{bmatrix}$

Una vez creada la matriz de la comunidad, por medio del calculo de la matriz inversa (A^{-1}), se obtiene la tabla de predicciones, que representa la respuesta de cada variable ante un **disturbio**, ya sea positivo ó negativo, que provoque algún cambio en los parámetros intrínsecos de la población. La respuesta del resto de las variables puede ser positiva (aumento "+"), negativa (disminución "-"), o de no cambio (0) en su biomasa. Un ejemplo de **disturbio** positivo puede ser la **protección** de hábitat para la tortuga en BLA, cuyo beneficio sería la **protección** de presas que consume la tortuga y por lo tanto una mayor disponibilidad de alimento para éstas. Esta estrategia de manejo causaría que la tasa de sobrevivencia de la población de tortugas aumente y en consecuencia su biomasa. Por el contrario, un **disturbio** negativo puede estar representado por la **captura incidental** sobre las tortugas, cuya consecuencia sería un aumento en la tasa de mortalidad de la población, por lo tanto, su biomasa disminuye. La tabla de predicciones obtenida para los sistemas A y B (Figura 4.2) se indican en las siguientes matrices:

Respuesta de las variables del sistema A (Figura 4.2), ante un **disturbio** que provoque un aumento en la biomasa de las variables X1y X2.

	X1	X2
X1	0	-
X2	+	+

Respuesta de las variables del sistema B (Figura 4.2), ante un **disturbio** que provoque un aumento en la biomasa de las variables Y1, Y2 y Y3.

	Y1	Y2	Y3
Y1	+	-	0
Y2	-	+	0
Y3	0	0	0

Un **disturbio** positivo que provoque un aumento en la variable X1 (algas), causará que la variable X2 (herbívoro) aumente (+) en el sistema A; por el contrario, el mismo **disturbio**, en Y1, causará que la variable Y2 disminuya (-) en el sistema B. Esto se debe a que la variable X2 recibe un beneficio de la variable X1 en el sistema A; sin embargo, en el sistema B, Y1 tiene una relación negativa con Y2 (Figura 4.2).

Una aportación importante a la técnica de modelos cualitativos es la desarrollada por Dambacher (2001), quien introduce el concepto de matriz de predicciones pesada (W) que permite asignar un valor de probabilidad a las predicciones. Predicciones ≥ 0.4 son altamente significativas y predicciones < 0.4 tienen poca probabilidad de ocurrir (Dambacher *op. cit.*). Trabajos más recientes sugieren que predicciones con valores ≥ 0.25 son altamente significativas y confiables (Geoff Hosack, *com. pers.* 2007)¹⁰. En general, con sistemas pequeños se obtienen predicciones muy confiables (valores de 1), comparado con sistemas más complejos. Las predicciones para los sistemas A y B son altamente confiables (Figura 4.2). Los valores de cero (0), son considerados también como predicciones confiables. Las predicciones por lo tanto tienen alta probabilidad de ocurrir si obtienen valores de 1. El sistema presentado en la Figura 4.2.A, indica predicciones de alta confiabilidad, mientras que el sistema de la Figura 4.2.B indica además valores de cero (0):

Sistema A: Matriz de predicciones pesada $W \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$

¹⁰ Hosack, Geoff. Estudiante de Doctorado del Departamento de Pesquerías y Vida Silvestre de la Universidad Estatal de Oregon, Corvallis, OR.

Sistema B: Matriz de predicciones pesada $W \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Para poder utilizar las tablas de predicción es necesario conocer si el sistema que se está estudiando es **estable**. Un sistema es **estable** si persiste a través del tiempo y capaz de regresar a su estado original a pesar de las perturbaciones, dicho de otra manera, cuando los niveles de biomasa reciben un cambio (incrementan o aumentan) pero regresan a sus niveles previos; por el contrario, cuando cambian pero no regresan a sus niveles originales, estamos hablando de un sistema inestable (Puccia & Levins, 1985, Li & Moyle, 1981).

Los modelos propuestos se evaluaron utilizando los criterios de estabilidad descritos en Puccia & Levins (1985). El criterio I se cumple cuando todos los coeficientes del polinomio característico de la matriz son del mismo signo; y el criterio II se cumple cuando todas las determinantes de Hurwitz de la matriz son positivas. Si el sistema cumple con ambos criterios es **estable**¹¹. Los detalles matemáticos y otras aplicaciones de la técnica se encuentran en Puccia & Levins (1985).

Los diagramas de signos se obtuvieron utilizando el software PowerPlay Diagraph Editor versión 2.0 (Westfahl *et al.* 2002); y el cálculo de matrices de predicción y pruebas de estabilidad con el software Maple versión 5.00 (Waterloo Maple inc., 1998).

4.2.1 Desarrollo de los Modelos.

Para desarrollar los modelos y analizar la comunidad de la tortuga prieta en BLA, se utilizó información de las siguientes fuentes: a) información publicada en la literatura sobre biología y ecología (posibles interacciones alimenticias o no alimenticias) de las especies que integran la comunidad; b) información sobre dietas de contenido estomacal, fecal y varamientos de la tortuga prieta, y c) datos de las pesquerías que operan en BLA; esto es pesca ribereña relacionada con la CI de tortugas y otras especies relacionadas directa o indirectamente con la tortuga prieta.

¹¹ NWACC Grant-Northwest Academia Computing Consortium (<http://www.nwacc.org/>).

Para recopilar la información de los datos pesqueros en BLA, se realizaron entrevistas a los pescadores del lugar, así como a personajes clave (Anexo 4). Esta información permitió conocer los tipos de arte de pesca utilizados, las especies capturadas por temporada y la frecuencia con que se realiza la actividad, así como los lugares específicos donde pescan y la fauna de acompañamiento asociada a la actividad.

Las variables que se incluyeron dentro del sistema fueron determinadas por sus características ecológicas, principalmente relaciones tróficas y no tróficas, así como variables sociales como la pesca y tipo de arte utilizado. Las variables que interactúan con la tortuga prieta se clasificaron en cinco grupos funcionales: peces comerciales, invertebrados, algas marinas, elasmobranchios y mamíferos marinos. Se generaron modelos alternativos que permitieron representar la dinámica del sistema durante una sola temporada de pesca: verano, que incluye los meses de junio a octubre.

4.2.2 Construcción de Modelos Alternativos.

Una limitación de la técnica de Loop Analysis es que al incrementar el número de variables y hacer más complejo el sistema, aumenta el número de predicciones no significativas. La creación de modelos alternativos permite integrar la complejidad de un sistema sin perder realismo y capacidad de predicción, así como analizar la dinámica de la comunidad de la tortuga marina de Bahía de los Ángeles.

Para generar los modelos alternativos se consideraron los siguientes escenarios:

- a. Escenarios que sugieren un control de la **captura incidental** de tortuga prieta.
- b. Escenarios en donde existen diferentes depredadores, es decir, quitando o poniendo variables como en el caso del grupo de los mamíferos marinos.
- c. Escenarios en donde la variable pesca afecta un sólo recurso o varias combinaciones de diferentes recursos.

- d. Escenarios en donde la pesca no aprovecha el recurso; sin embargo, tiene un efecto negativo sobre él, como en el caso de las algas, que se enredan en las redes de pesca y no son comercializadas.
- e. Escenarios en donde se presentan diferentes interacciones entre cada depredador-presa, por ejemplo los depredadores tope que pueden consumir diferentes recursos.

4.2.3 Predicciones de los modelos alternativos

Se calculó una tabla de predicciones por cada modelo alternativo generado en ambos grupos (con Pesca y sin Pesca). Utilizando las tablas de predicciones, se analizó el comportamiento de la tortuga prieta ante diferentes escenarios propuestos en parte por el INE-SEMARNAP, en el "Programa Nacional de Protección, Conservación y Manejo de Tortugas marinas" (SEMARNAP, 1999), en la sección de estrategias para su **protección**:

- a. Comportamiento de la población de tortuga prieta y de toda la comunidad, al considerar los efectos indirectos causados por impactos económicos (pesca) y ecológicos (**captura incidental**).
- b. El efecto de la pesca artesanal como factor de **riesgo** para las poblaciones de tortuga prieta y recíprocamente, el efecto en la pesca, ante la recuperación de la tortuga prieta.
- c. Comportamiento del sistema cuando la tortuga es capturada incidentalmente y cuando se controla la pesca incidental.
- d. Planteamiento de un manejo multiespecífico para su conservación.

Las respuestas de cada escenario planteado son comparadas entre los dos grupos de modelos para observar las diferencias de comportamiento de la población de la tortuga prieta, ante la variable pesca como parte del sistema (**disturbio** constante) y como un impacto esporádico que no afecta al sistema constantemente.

4.2.4 Análisis multiespecífico mediante la suma de efectos.

Este tipo de análisis pretende utilizar las tablas de predicciones de los modelos alternativos, para entender los cambios que pueden existir en los diferentes niveles tróficos del sistema cuando la pesca actúa sobre dos recursos al mismo tiempo. Este análisis permitirá conocer algunas medidas de manejo que pudieran beneficiar a la población de tortuga prieta.

Cuando dos recursos son explotados simultáneamente, el efecto de ambos **disturbios** en el ecosistema pueden sumarse o anularse, dependiendo de la respuesta independiente de cada impacto. Por ejemplo, supongamos que A, B y C son recursos pesqueros y que D es una especie protegida. Cuando la variable A es explotada, las variables B y D disminuyen, y la C aumenta (primera columna de la sección de predicciones de la Tabla 4.1). Cuando B es explotada, el resto de las variables aumentan (segunda columna de la Tabla 4.1). Si consideramos la pesca simultánea de A y B tenemos que las variables A y D no cambiarían, mientras que B disminuiría y C aumentaría (primera columna de la sección "suma de efectos" de la Tabla 4.1). Esto se debe a que si por un lado al explotación de A causa su disminución, y por otro la pesca de B es benéfica para A, entonces se tiene que la suma de efectos de los dos **disturbios** se anula, provocando que A no cambie. Lo contrario sucedería con B, ya que esta variable disminuye cuando se explota A y también cuando se explota B. La suma de estos dos efectos negativos causaría que B disminuyera. El análisis se orienta hacia conocer los escenarios de pesca simultánea que serían benéficos para la especie protegida D. En éste ejemplo, los resultados de la Tabla 4.1, sugieren que pescar al mismo tiempo B y C sería benéfico para D, ya que sus poblaciones aumentarían bajo este escenario de explotación.

Tabla 4.1. a) Predicciones sobre el cambio de las variables A, B, C y D, ante un disturbio negativo (-) causado por la pesca en las mismas variables; b) Suma de efectos al considerar un disturbio simultáneo entre pares de variables.

a) Tabla de predicciones					b) Suma de efectos					
	-	-	-	-						
	A	B	C	D	A/B	A/C	A/D	B/C	B/D	C/D
A	-	+	-	-	0	-	-	0	0	-
B	-	-	-	+	-	-	0	-	0	0
C	+	+	-	-	+	0	0	0	0	-
D	-	+	+	-	0	0	-	+	0	0

Capítulo III. Resultados

5. Desarrollo de los Modelos Alternativos

5.1 Relaciones Pesqueras. Recopilación Bibliográfica y Entrevistas con los Pescadores y otros Personajes Clave de Bahía de los Ángeles.

5.1.1 Pesca Artesanal.

La pesca artesanal en BLA es multiespecífica, se presenta durante todo el año y, dependiendo de la especie objetivo, es el tipo de arte utilizado. Principalmente se utilizan las redes, aunque en la zona se observa una tendencia al uso de trampas (Fermín Smith, *com. pers.* 2005)¹². Mediante las entrevistas realizadas a los pescadores se obtuvieron especialmente datos de **captura incidental** asociada a las especies objetivo de la actividad que realizan durante todo el año. Las especies de tortuga marina capturadas incidentalmente son la *C. mydas agassizii* y *Caretta caretta*, y se llegan a encontrar comúnmente en redes de 3" ½, 6" ½ y 8" de luz de malla (Comité de Pescadores de BLA y Comité de Pesca Deportiva y Ecoturismo de BLA) (Tabla 5.1).

La Tabla 5.2 presenta los datos de la composición de la captura del muestreo comercial durante la temporada de verano de dos años consecutivos (2004-2005), así como el arte de pesca utilizado y tipo de red. Los datos mostrados en la tabla son los mismos utilizados para la creación de los modelos. Las especies: curvina, burrito, jurel, blanco, vieja y cabrilla se pescan también deportivamente.

La figura 5.1 representa la frecuencia del tipo de arte de pesca utilizado en BLA en los últimos 2 años; muestra la tendencia al uso de trampas durante la temporada 2005, así como la disminución en la variedad de tipo de artes de pesca utilizados en la región.

¹² Smith, Fermín. Integrante del Comité de Pescadores y de Pesca Deportiva y Ecoturismo de Bahía de los Ángeles.

Septiembre 2007

Tabla 5.1. Recursos y especies incidentales obtenidas en Bahía de los Ángeles.
(Fuente: Entrevistas con el Comité de Pescadores y de Pesca Deportiva y Ecoturismo de BLA)

Arte de pesca	Luz de malla	Especie objetivo	Especies incidentales.	Temporada
Redes	3" ½	Lisa Curvina ‡ © Burrito ©	Caguama*, Mantaraya, Erizo, Sierra ‡, Curvina ‡ ©	Diciembre a Febrero
	2"	Sierra	Sardinas, Macarel, Barracuda ‡ ©, Ralladito, Mojarra, Cabrilla arenera ©, Lopones ©	Noviembre a Diciembre
	3" ½ ó 4"	Mojarra	Chopa, Rallada, Lopón ©, Ralladillo, Curvina ‡ ©, Pargo lunarejo ‡ ©	Enero a Marzo
	6"	Jurel ©	Jurel ‡ ©	Octubre a Diciembre
	6" ½ y 8"	Lenguado ©	Mantaraya, Angelito, Cazón, Guitarra, Tiburón perro (mako), Cornuda, Martillo, Burrito ©, Caguama*	Diciembre, Marzo y Abril
	8"	Tiburón Angelito	Mantaraya, Cubana, Langosta	Diciembre, Febrero a Marzo
Trampas		Cabrilla+ extranjera © Blanco + © Vieja + ©	Blanco+ ©, Vieja+ ©, Cochito ‡ ©, Huachinango, Cabrilla extranjera+ ©	Mayo a Julio
		Cabrilla arenera © Cochi o cochito ‡ ©	Cochi o cochito ‡ ©, Mojarra, Rayadillo, Pulpo, Fajado ©, Sardinera ©, Víboras, Mantaraya, Anguilas	Mayo a Agosto

* Las especies de tortuga marina capturadas incidentalmente son la prieta (*C. m. agassizii*) y jabalina (*Caretta caretta*).

+ Estas tres especies siempre se encuentran juntas.

‡ Grupo de especies más comúnmente capturadas de manera incidental.

© Los carnívoros, que corresponden al grupo de especies más comercializadas (ver siguiente sección).

Septiembre 2007

Tabla 5.2. Especies registradas en la "Bitácora del Comité de Pescadores de Bahía de los Ángeles", durante la temporada de junio a octubre 2004-2005.

(Fuente: Bitácora del Comité de Pescadores de BLA, PRONATURA-noroeste, Cudney & Turk, 1998 ¥; Valdez-Ornelas *et al.* en prensa)

Nombre común	Especie	Arte de pesca	Luz de malla	Estacionalidad
Aguado		vara	N/A	Septiembre, Octubre
Bacoco	<i>Haemulon sexfasciatum</i>	Buceo nocturno	N/A	Septiembre
Barracuda o barracuta	<i>Sphyaena ensis</i> , <i>S. argentea</i>	Red, trampas	3 ½, 6, 6 ½, 8	Julio, Octubre
Barrilete	<i>Euthymnus lineatus</i>	Trampas	N/A	Octubre
Blanco	<i>Caulolatilus princeps</i>	Trampas	N/A	Julio, Septiembre, Octubre
Bonita		Trampas	N/A	Octubre
Botete	<i>Tetrodon annulatus</i>	Trampas, Red	3 ½	Octubre
Breja		Trampas	N/A	Septiembre, Octubre
Burrito	<i>Umbrina sp.</i>	Red	2, 6, 6 ½	Julio, Octubre
Cabrilla sardinera	<i>Mycteroperca rosace</i>	Buceo de noche, Red, trampas		Septiembre, Octubre
Cabrilla arenera	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Red, trampas y vara	3, 3 ½, 4, 6, 6 ½, 8	Julio, Septiembre, Octubre
Cabrilla extranjera	<i>Paralabrax auroguttatus</i>	Red, trampas	2	Julio, Septiembre, Octubre
Canelo		Trampas	N/A	Septiembre
Cochito o cochi	<i>Balistes polylepis</i>	Red, Trampas, vara	6, 6 ½, 8	Julio, Septiembre, Octubre
Fajado		Red, trampas	3 ½	Septiembre, Octubre
G. ancha		Red	6 ½, 8	Julio
Gallo	<i>Nematistius pectoralis</i>	Red	3 ½	Octubre
Garropa	<i>Mycteroperca prionura</i>	Red, trampas		Octubre
Guinea		Trampas	N/A	Octubre
Guitarra	<i>Rhinobatus productus</i>	Red	6, 6 ½, 8	Julio, Octubre
Jurel	<i>Seriola lalandi</i>	Red, trampas	3 ½	Octubre
Lenguado	<i>Paralichthys californicus</i>	Red	3, 4, 6 ½, 7, 8	Julio, Octubre
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	Red, encierre	3 ½, 4	Agosto, Septiembre, Octubre
Lopón	<i>Scorpaena plumieri mystes</i>	Red	6, 6 ½, 8	Julio, Octubre
Loro o Perico	<i>Scarus spp.</i>	Buceo de noche, Red	3 ½, 10	Septiembre, Octubre
Manta	- <i>Gymnura marmorata</i> , - <i>Myliobatis californica</i>	Red, trampas	3, 3 ½, 4, 5, 6 ½, 7, 8	Julio, Octubre
Manta arenera	<i>Dasyatis brevis</i>	Red	3, 4	Octubre
Manta cubano	<i>Gymnura marmorata</i>	Red	3, 4	Julio, Octubre
Manta ratón	<i>Myliobatis californica</i>	Red	6, 6 ½, 8	Julio
Mojarra	<i>Calamus branchysomus</i> ¥ o <i>Eucinostomus sp.</i> ¥	Red, trampas	3 ½	Septiembre, Octubre
Molejino		Trampas	N/A	Octubre
Negra		Red, trampas	3 ½, 5	Octubre
Palometa	<i>Trachicotusp aitensis</i> o <i>Peprilus spp.</i>	Red	2, 3, 4	Octubre

Septiembre 2007

Nombre común	Especie	Arte de pesca	Luz de malla	Estacionalidad
Pargo lunajero	<i>Lutjanus guttatus</i>	Red, trampas	6, 6 ½, 8	Julio, Agosto, Septiembre
Punta en la cola		Trampas	N/A	Septiembre
Sábalo		Red	6, 6 ½, 8	Septiembre
Sardina	<i>Sardinops sagax</i> , <i>S. caeruleus</i>	Trampas	N/A	Julio
Sargento				Septiembre, Octubre
Tajado		Trampas	N/A	Septiembre
Tiburón Angelito	<i>Squatina californica</i>	Trampas	N/A	Septiembre
Tiburón cazón	<i>Mustelus spp.</i>	Red	3 ½, 4, 6 ½	Octubre
Tiburón cornuda	<i>Sphyrna spp.</i>	Red, trampas	3 ½, 4, 5	Julio, Octubre
		Red	4, 5	Julio, Agosto, Octubre
Tiburón purito		Red	4, 5	Julio
Tijereta		Red, Trampas		Septiembre, Octubre
Tocuda	<i>Narcine entemedor</i>	Red, trampas	3, 4	Octubre
Vieja	- <i>Semidosiphus pulcher</i> o - <i>Bodianus diplotaenia</i>	Trampas	N/A	Julio

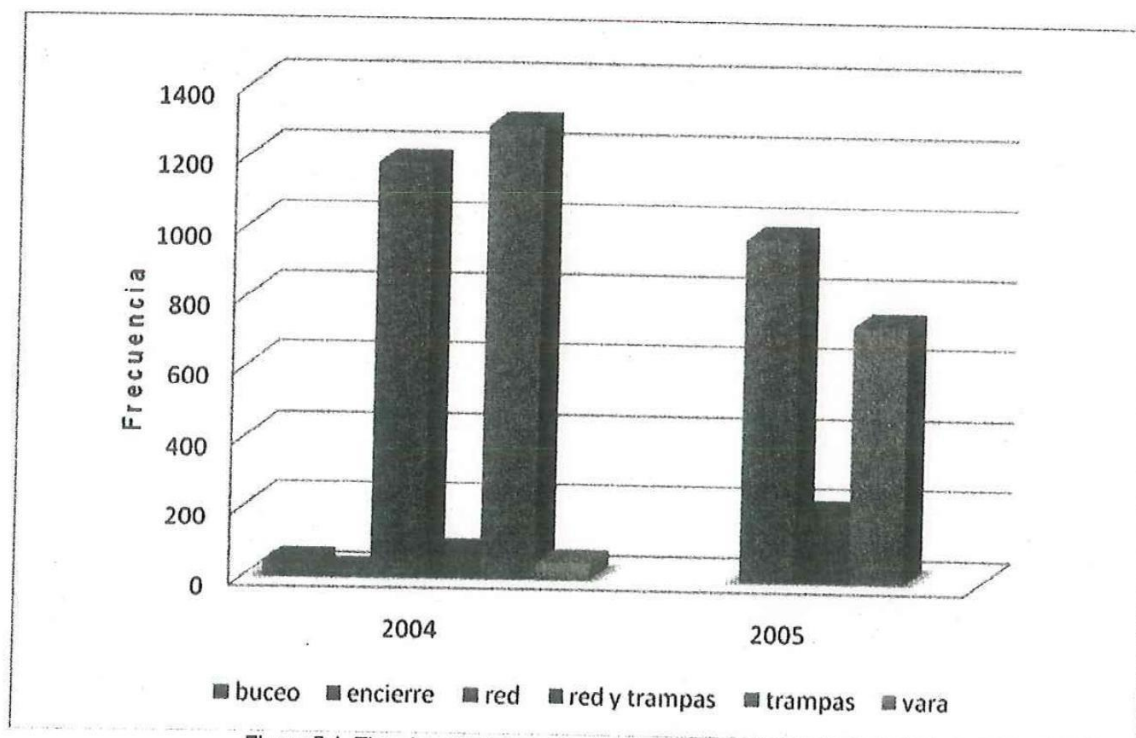


Figura 5.1. Tipo de arte de pesca utilizado en Bahía de los Ángeles.
(Fuente: Bitácora del Comité de Pescadores de BLA, 2004-2005)

5.1.2 Especies comerciales más capturadas en Bahía de los Ángeles.

En la temporada 2003-2004, se calculó que 13 especies objetivo explican la captura de mayor importancia en BLA, que incluye a los grupos: algas, cefalópodos y elasmobranquios (Tabla 5.3) (Valdez-Ornelas *et al.* en prensa). El principal grupo de captura es el de las algas secas, registrado durante esos años aporta el 44.5% de importancia relativa del total de la biomasa de las 13 especies de mayor importancia comercial. Actualmente la captura de este grupo se limita a que exista un interesado en su compra y distribución (Pacheco-Ruiz, *com. pers.* 2006)¹³. Este grupo se describe en la sección de algas marinas. La Tabla 5.3 muestra el tipo de arte de pesca utilizado para la captura de estas especies, y con ello se obtiene la relación que existe con la CI de tortuga prieta y otras especies no objetivo. Todas las especies son capturadas con red y, de acuerdo a entrevistas hechas a los pescadores (Tabla 5.1), la tortuga marina interactúa con aquellas especies que son capturadas con luz de malla de 3" ½, 6" ½ y 8", es decir, las tortugas marinas pueden interactuar con elasmobranquios, carnívoros, herbívoros, con excepción de las especies de pulpo que son capturados por medio de buceo.

En la Tabla 5.3 se incluye el dato de la captura de pulpo (*Octopus bimaculatus* y *O. hubbsorum*) que está entre las especies más capturadas, y se obtiene por buceo. Con este tipo de pesca también se obtienen recursos como angelito y sardinera, pepino y callo de hacha (Bitácora del Comité de Pescadores de BLA, 2004-2005). La importancia relativa de la captura total de estas especies se distribuye de la siguiente manera: La cabrilla extranjera (*Paralabrax auroguttatus*) 11.11%; el jurel (*Seriola lalandi*) 9.56%; cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*) 8.43%; pulpo (*Octopus spp.*) 4.70%, blanco (*Caulolatilus princeps*) 4.05%; angelito (*Squatina californica*) 3.27%; lenguado (*Paralichthys californicus*) 3.02%; cazón (*Mustelus spp.*) 2.33%; mantaraya (*Dasyatis brevis*) 2.31%; lisa (*Mugil cephalus*) 2.01%; cochito (*Balistes polylepis*) 1.98%; guitarra (*Rhinobatus productus*) 0.87% y el 1.76% corresponde a otras especies (Tabla 5.3) (Valdez-Ornelas *et al.* en prensa).

En total el grupo de elasmobranquios y el de peces carnívoros, está representado por 4 y 6 especies respectivamente, los demás grupos por una especie representativa, a excepción del

¹³ Pacheco-Ruiz, Isai. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC.

pulpo que incluye dos especies, el pulpo café y el verde. Considerando únicamente la suma total de la ictiofauna como el 100%, los peces carnívoros representan el 68.84% de especies capturadas y los elasmobranquios el 15.86% del total de la captura en esa temporada (Figura 5.2).

Tabla 5.3. Las especies más capturadas en Bahía de los Ángeles durante la temporada 2003-2004.
(Fuente: Valdez-Ornelas *et al.* en prensa)

Grupo	Nombre común	Especies	Importancia Relativa (%)	Arte de pesca
Elasmobranquios	Angelito	<i>Squatina californica</i>	3.273	Red 3 ½, 4, 6 ½
	Cazón	<i>Mustelus spp.</i>	2.333	Red y Trampas 3 ½, 4, 5
	Guitarra	<i>Rhinobatus productus</i>	0.871	Red 6, 6 ½, 8
	Mantaraya	<i>Dysatis brevis</i>	2.313	Red y Trampas 3, 3 ½, 4, 5, 6 ½, 7, 8
	Total elasmobranquios		8.79%	
Herbívoros	Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	2.012	Red y Encierre 3 ½, 4
	Total herbívoros		2.012%	
Carnívoros	Jurel	<i>Seriola lalandi</i>	9.561	Red y Trampas 3 ½
	Blanco	<i>Caulolatilus princeps</i>	4.055	Trampas
	Lenguado	<i>Paralichthys californicus</i>	3.023	Red 3, 4, 6 ½, 7, 8
	Cochito	<i>Balistes polylepsis</i>	1.986	Red, Trampas y Vara 6, 6 ½, 8
	Cabrilla extranjera	<i>Paralabrax auroguttatus</i>	11.115	Red y Trampas 2
	Cabrilla arenera	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	8.435	Red, Trampas y Vara 3, 3 ½, 4, 6, 6 ½, 8
	Total carnívoros		38.175%	
Cefalópodos	Pulpo	<i>Octopus spp.</i>	4.7	Buceo
	Total cefalópodos		4.7%	
Otras			1.761	Redes
	Total otras especies		1.761	
Total ictiofauna			55.45%	
Algas	Rojas	<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>	44.549	Cosecha
	Total algas		44.54%	
Total			100%	

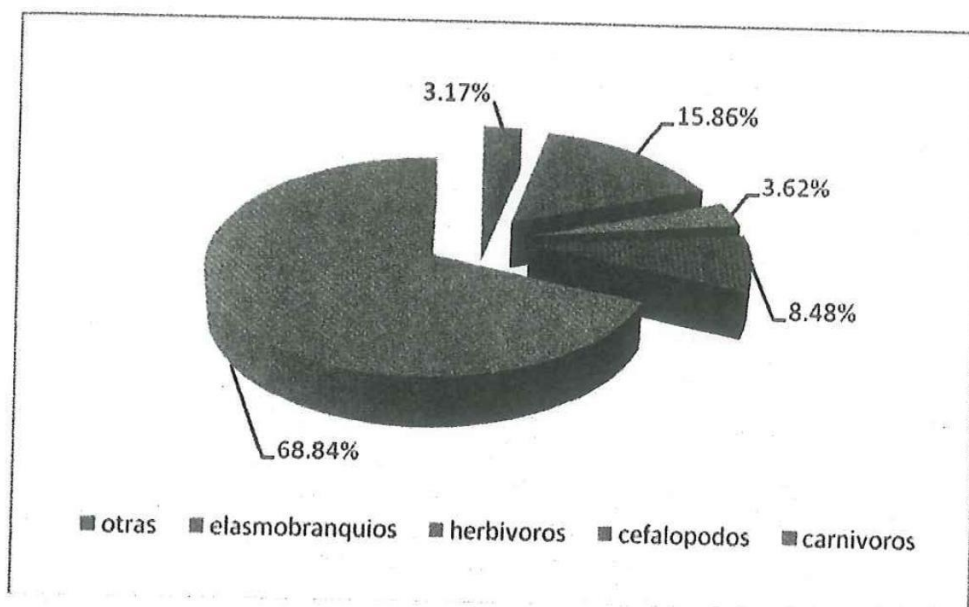


Figura 5.2. Porcentaje de las especies comerciales más importantes por grupos, sin considerar Algas rojas. La proporción se basa en el total de ictiofauna 55.45% = 100%

5.2 Relaciones Depredador-Presa por Grupos Funcionales.

a. Tortuga prieta

Por su ecología y hábitos alimenticios, las tortugas marinas interactúan frecuentemente con diversas artes de pesca, lo que da lugar a su **captura incidental**. Pero es gracias a ello que se conocen sus interacciones y su biología (Lezama *et al.* 2001). En BLA, la dieta de la tortuga prieta es variada y se ha sugerido que ramonea su alimento, ya que entre las especies animales encontradas en su dieta están principalmente invertebrados benthicos (Tabla 5.4) (Seminoff *et al.* 2002a).

Las especies documentadas como depredadores potenciales de juveniles y adultos de tortuga marina, están descritas en la Tabla 5.5, se presenta un resumen de algunas especies de tiburones. Existen diferentes depredadores clave en la zona de BLA y Canal de Ballenas; entre los principales se encuentran los tiburones que habitan la zona (datos obtenidos mediante entrevistas a los pescadores, así como referencias bibliográficas) (Tabla 5.6).

Septiembre 2007

Tabla 5.4. Grupos presa de la tortuga prieta (*C. mydas agassizii*) en Bahía de los Ángeles, B.C.
(Fuente: Seminoff *et al.* 2002a)

Especies vegetales	Especies no-vegetales
Chlorophyta	Annelida
<i>Codium spp.</i>	Sabellidae
<i>Chaetomorpha antennina</i>	Ascidacea
<i>Ulva lactuca</i>	<i>Ascidia interrupta</i>
<i>Enteromorpha acanthophora</i>	Bryozoa
Rhodophyta	<i>Hyppothoa sp.</i>
Gracilariaceae	Cnidaria
<i>Gracilaria spinigera</i>	<i>Antipathes galapagensis</i>
<i>Lithophyllum spp</i>	<i>Lytocarpus nuttingi</i>
<i>Gelidium johnstonii</i>	<i>Muricea sp.</i>
<i>Gigartina spp.</i>	<i>Ptilosarcus undulatus</i>
<i>Euchema uncinatum</i>	Crustacea
<i>Halymenia refugiensis</i>	<i>Natantia sp.</i>
<i>Laurencia johnstonii</i>	Echinodermata
Phaeophyta	<i>Clypeaster testudinarus</i>
<i>Sargassum spp.</i>	Mollusca
<i>Ishige sinicola</i>	Huevos de Gasterópodo
<i>Dictyota flabellata</i>	<i>Aplysia vaccaria</i>
<i>Padina durvillaei</i>	<i>Dentalium neohexagonum</i>
<i>Sporochnus bolleanus</i>	<i>Dosidicus gigas</i>
	<i>Columbela fuscata</i>
	<i>Mytella guyanensis</i>
	<i>Olivella dama</i>
	<i>Trypsica trypsica</i>
	Turridae
	Porifera
	Poríferos no identificados
	<i>Acamus erithacus</i>
	<i>Halisarca sp.</i>
	<i>Haliclona sp.</i>
	<i>Hymeniacidon rugosus</i>
	<i>Hymeniacidon sinapium</i>
	<i>Labrisomidae vertebra</i>

Septiembre 2007

Tabla 5.5. Especies depredadores de tortuga marina, documentados bibliográficamente.
(Fuente: Smilá & Ugarte, 1993*; Stancyk, 1982)

Especie	Nombre común	Documentado	Lugar
<i>Sphyrna</i> sp.	Tiburones en general	Caldwell, 1959	Sureste de Estados Unidos
<i>Sphyrna lewini</i>	Tiburón martillo	Bustard, 1972	Australia
<i>Galocerdo cuvieri</i>	Tiburón tigre	Anislado-Tolentino, 2000	Costas de Michoacán, Mex.
		Balazs, 1979	Hawai
		Hendrickson, 1958	Malaya y Sarawak
		Hirth y Carr, 1970	Sur de Yemen
		Bustard, 1972	Australia
<i>Negaprion brevirostris</i>	Tiburón limón	Bjorndal, 1981	Bahamas
<i>Carcharon carcharias</i>	Tiburón blanco	Cropp, 1979	Australia
<i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro o zambezi	Gilbert y Celso, 1971	Isla Tortuguero, Costa Rica
<i>Carcharhinus longimanus</i>	Tiburón puntas blancas	Hughes, 1974	Sur de África
<i>Promicrops lanceolatus</i>		Hughes, 1974	Sur de África
<i>Epinephelus</i> spp.		Balazs, 1979	Hawai
<i>Orcinus orca</i>	Orcas	Hirth y Carr, 1970	Sur de Yemen
		Caldwell, 1969	Antillas
		Matkin y Leatherwood, 1986*	Norte de Noruega
		Guerrero-Ruiz, 1997	Golfo de California

Tabla 5.6. Depredadores clave registrados y observados en el Canal de Ballenas.
(Fuente: Entrevistas con los pescadores de BLA, y datos bibliográficos).

Nombre común	Especie	Documentado/ Fuente	Temporada
Orcas	<i>Orcinus orca</i>	-Rafael C. (com. pers. 2005) ¹⁴ -Breese & Tershy, 1993 -Guerrero-Ruiz <i>et al.</i> 1998 y Guerrero-Ruiz 1997	-Otoño, aunque se ha observado desde verano* -mayor abundancia de septiembre a noviembre -Otoño e invierno Verano
Tiburón coludo o zorro	<i>Alopias superciliosus</i>		
Cazón	<i>A. pelagicus</i>		
Tiburón azul	<i>Carcharhinus porosus</i>		
Tiburón martillo	<i>Prionace glauca</i> <i>Sphyrna lewini</i>	Anislado-Tolentino, V. (2000) Bitácora del Comité de Pescadores de BLA	Observada desde las costas de Michoacán hasta el Golfo de California de junio a octubre.
Tiburón angelito	<i>Squatina californica</i>	Bitácora del Comité de Pescadores de BLA	Enero, febrero, abril y octubre
Tiburón cornuda	<i>Sphyrna sp.</i>	Bitácora del Comité de Pescadores de BLA	Capturada durante Julio, octubre, diciembre
Tiburón perro	<i>Heterodontus kuoyi</i>	Bitácora del Comité de Pescadores de BLA	Capturada durante Abril
Tiburón purito		Bitácora del Comité de Pescadores de BLA	Capturada durante julio y noviembre
Tiburón encerado		Bitácora del Comité de Pescadores de BLA	Capturada durante diciembre
Lobo marino	<i>Zalophus californianus</i>	CONANP García-Rodríguez & Aureoles- Gamboa (2004)	En loberas de las Islas de BLA, todo el año.

Los grupos presa de la tortuga prieta documentados por Seminoff *et al.* (2002a) comprenden grupos vegetales y no vegetales. Dada la diversidad en la dieta, y con fines de simplificación, se consideraron los grupos no vegetales con una frecuencia de ocurrencia $\geq 20\%$ (Tabla 5.7), por su parte, los grupos de especies vegetales considerados, son aquellos que presentaron un porcentaje de frecuencia de ocurrencia $\geq 9\%$. Dentro del grupo de Gracilariaceae, se encuentra *Gracilariopsis lemaneiformis* y *Gracilaria robusta*; y dentro del grupo *Codium spp.* se encuentra *Codium amplivestitulum* y *C. simulans* (Tabla 5.8).

¹⁴ Rafael C. Integrante del Comité de Pescadores y de Pesca Deportiva y Ecoturismo de Bahía de los Ángeles.

Tabla 5.7. Grupos no-vegetales presa de la tortuga prieta que corresponden a un Porcentaje Frecuencia de ocurrencia $\geq 20\%$
Valor obtenido de la suma del porcentaje de frecuencia de ocurrencia de muestras de esófagos, fecales y de contenido estomacal.

(Fuente: Seminoff *et al.* 2002a)

Phylum/Clase	Especie	Σ % de ocurrencia
Anélida		
P-Poliquetos	Sabellidae	86.7%
Moluscos		
G-Gasterópodos	Huevos de gasterópodos	67.4%
	<i>Aplasia vaccaria</i>	48%
Porífera		
Esp-Demospongiae	<i>Arcanus erithacus</i>	19.9%
	<i>Haliclona sp.</i>	29%
	<i>Hymeniacidon sinapium</i>	23.8%
Cnidarios		
Cn-Alcyonaria	<i>Ptilosarcus undulatus</i>	20.5%

Tabla 5.8. Grupos vegetales presa de la tortuga prieta que corresponden a un porcentaje de Frecuencia de ocurrencia $\geq 9\%$.
Valor obtenido de la suma del porcentaje de frecuencia de ocurrencia de muestras de esófagos, fecales y de contenido estomacal.

(Fuente: Seminoff *et al.* 2002a)

Nombre común	Especie	% F ocurrencia* Gpo I – Gpo II
CHLO		
Chlorophyta	<i>Codium spp</i>	17.3% - 8.1%
	<i>Chaetomorpha antennina</i>	13.5% - 6.1%
	<i>Ulva lactuca</i>	0.2% - 11.5%
PHAE		
Phaeophyta	<i>Sargassum spp.</i>	11.5% - 12.2%
	<i>Padina durvillaei</i>	9.6% - 4.1%
RHOD		
Rhodophyta	Gracilariaceae	100% - 100%
	<i>Gracilaria spinigera</i>	28.8% - 18.4%
	<i>Lithophyllum spp.</i>	13.8% - 10.2%
	<i>Laurencia johnstonii</i>	15.3% - 24.5%

*Se proporcionan dos datos de %F debido a que Seminoff *et al.* (2002 a) consideran 2 grupos de tallas en sus muestreos; los datos del Grupo I, corresponden a individuos probablemente inmaduros-juveniles, y los del Grupo II, a individuos maduros.

b. Elasmobranquios. Especies comerciales y no comerciales

Se agrupó a los tiburones y mantarayas dentro de una sola variable debido a que tienen hábitos alimenticios similares (Tabla 5.9).

Tabla 5.9. Grupo de Elasmobranquios.

(Fuente: Escobar-Sánchez, 2004; Méndez-Loeza, 2004; Aguilar-Castro, 2003; Anislado-Tolentino, 2000; Márquez-Farías, 2000; Cabrera Chávez-Costa, 2000; Villavicencio-Garáyzar, 1999; Compagno, 1984)

Nombre común	Especie (Clave)	Hábitos alimenticios (En orden de importancia)
Tiburones comerciales		
E		
a. Angelito	<i>Squatina californica</i>	a. Peces, Moluscos* y Crustáceos* - <i>Porichthys anales</i> , <i>Myripristis leiognathus</i> , <i>sardina sardinops caeruleus</i> , cabrilla arenera <i>Paralabrax maculatofasciatus</i>
b. Cornuda	<i>Sphyrna</i> spp. <i>Sphyrna lewinni</i>	b. Peces, Moluscos y Crustáceos+ -pez chile <i>Synodus evermanni</i> , macarela <i>Scomber japonicus</i> , cabrilla <i>paralabrax</i> spp.
c. Bironcha o cazón	<i>Rhizoprionodon longurio</i>	-Cefalópodos: calamares <i>Dosidiscus gigas</i> , <i>Onychoteuthis banksii</i> y <i>Abraliopsis affinis</i>
d. Cazón mamón	<i>Mustelus heleni</i> , <i>M. lunatus</i> , <i>M. californicus</i>	-Crustáceos: cangrejo, <i>Pleuroncodes planipes</i> , camarón, <i>Penaeus californiensis</i>
e. Purito		c. Macrobentos y moluscos d. Crustáceos, Moluscos y Peces -clase malacostraca, orden estomatópodos: <i>Squilla</i> sp. <i>Squilla bigelowi</i> ; camarones: <i>Peneidae</i> -cefalópodos: <i>Lolliguncula</i> sp. -anchoveta <i>Centengraulis mystecetus</i>
Mantas comerciales		
E		
a. Manta arenera	<i>Dasyatis brevis</i>	a. Crustáceos, peces
b. Guitarra	<i>Rhinobatus productus</i>	b. Crustáceos, Moluscos y Peces
c. Ratón	<i>Myliobatis californica</i>	c. Moluscos, Crustáceos y Anélidos -bivalvos, principalmente almejas, (<i>Chione</i> , <i>Argopecten</i> , <i>Tagellus</i> , etc.), gasterópodos, -crustáceos: camarones y cangrejos -poliquetos
Tiburones no comerciales		
T		
a. Toro	<i>Carcharhinus leucas</i>	a. bony fishes y juveniles de otros Elasmobranquios.
b. Zorro o coludo	<i>Alopias pelagicus</i>	b. Peces y Calamares ‡
c. Mako o perro♣	<i>Alopias Superciliosus</i>	c. Especies pelágicas (lancetfishes, clupeoids, scombroids y small billfishes) y bottom fishes (hakes); así como calamares.

* Los moluscos y crustáceos registrados obtuvieron un bajo porcentaje de consumo para *Squatina californica* (Escobar-Sánchez, 2004).

+ Los crustáceos con un bajo porcentaje de consumo para *Sphyrna lewini* (Aguilar-Castro, 2003), por lo que esta relación no se incluyó dentro de los modelos.

‡ No es concluyente esta información (Villavicencio-Garáyzar, 1999; Compagno, 1984).

♣ El tiburón mako o perro, se pesca comercialmente, pero durante la temporada de primavera (Comité de Pescadores de BLA).

c. Mamíferos Marinos. Especies protegidas

De las especies reportadas de odontocetos en el Canal de Ballenas, las más abundantes son *Delphinus capensis* y *Tursiops truncatus*, de las cuales, *D. capensis* se puede encontrar durante todo el año en la zona, y *T. truncatus* es más abundante durante el otoño, aunque también se presenta durante todo el año (Barbosa-Devéze, 2006). Las especies que se presentan durante la temporada de verano en orden de importancia por número de individuos son: delfín común de rostro largo (*D. capensis*), tursión o tonina (*T. truncatus*), delfín de risso (*Grampus griseus*) y calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*); sin embargo, estas dos últimas especies se descartaron de los modelos debido a que no son tan comunes en esta zona (Barbosa-Devéze, 2006; Seminoff *com. pers.* 2006¹⁵). El cachalote (*Physeter macrocephalus*) es también una especie poco común en la zona (Barbosa-Devéze, 2006; Seminoff *com. pers.* 2006¹⁵), pero debido a su importancia como depredador clave, se mantuvo como variable dentro de los modelos. Para el grupo de Mysticetos se incluyeron las especies del género *Balaenoptera*, incluidas en la Tabla 5.10.

Tabla 5.10. Mamíferos marinos.

(Fuente: Barbosa-Devéze, 2006+; Seminoff *com. pers.* 2006; Schinkel, 2004; García-Rodríguez & Aurióles-Gamboa, 2004 y 2000; Guerrero-Ruiz *et al.* 1998; Guerrero-Ruiz, 1997; Urbán & Flores 1996; Breese & Tershy 1993; Tershy, 1992; Tershy *et al.*, 1990).

Grupos	Especie	Hábitos alimenticios	Interacción interespecífica
Mysticetos			
Ballenas			
- Ballena de Bryde o rorcual tropical	<i>Balaenoptera sp. B. edeni</i>	Peces (sardinas <i>Sardinops sagax</i> , <i>S. caeruleus</i>), zooplancton (anfípodos-eufásidos: <i>Nyctiphanes simplex</i>), crustáceos (<i>Pleuroncodes planipes</i>)	
-de aleta o rorcual común	<i>B. physalus</i>		
-minke, o rorcual menor	<i>B. acutorostrata</i>		
-jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>		

¹⁵ Seminoff, Jeffrey A. Marine Turtle Research Program. NOAA - National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Center

Septiembre 2007

Grupos	Especie	Hábitos alimenticios	Interacción interespecífica
Odontocetos			
a. Delfín común de rostro largo	<i>Delphinus capensis</i>	a. Familia Clupeidae (<i>Sardina Sardinops sagax</i>), Merlucciidae (<i>Merluccius</i> sp) y Engraulidae. macarela <i>Scomber japonicus</i> y algunos calamares (moluscos-cefalópodos).	a. Asociado con aves marinas (gaviotas, gallitos, pájaros bobos y pelicanos), y menos frecuente con lobo marino +
b. Tursión o tonina	<i>Tursiops truncatus</i>	b. Familia Sciaenidae, Scombridae y Mugilidae (lisas).	b. asociado con Z. c. <i>californianus</i> y con G. <i>macrorhynchus</i>
c. Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	c. Moluscos: (cefalópodos: calamares (Ommastrephidae, Onychoteuthidae, Gonatidae, Pholidoteuthidae, Octopoteuthidae, Histioteuthidae y Cranchiidae), pulpos y equinodermos (rayas demersales).	c. se asocia con T. <i>truncatus</i>
d. Orca	<i>Orcinus orca</i>	d. Comen desde peces como atún (Scombridae), Familia Clupeidae, Salmonidae, Moluscos (calamares, pulpos), Mamíferos marinos (pinnípedos, ballenas y cachalotes), elasmobranquios (mantas), tortugas marinas (<i>L. olivacea</i>) y aves marinas.	d. depredadores tope
Pinnípedos			
León marino	<i>Zalophus californicus</i>	Peces (Sardina: <i>Sardinops sagax</i> , <i>S. caeruleus</i> , lanternfish <i>Diaphus</i> sp. Anchoveta <i>Engraulis mordax</i> , cutlassfish <i>Trichiurus nitens</i> , shoulderspot <i>Caelorinchus scaphopsis</i> , Cabrilla extranjera <i>Paralabrax auroguttatus</i> , Lisa <i>Mugil cephalus</i>), moluscos (cefalópodos).	

c. Peces de interés comercial

Dentro del grupo de peces comerciales se incluyen a las especies capturadas durante la temporada de junio a octubre en BLA descritas en la Bitácora del Comité de Pescadores de BLA (2004-2005), y están descritas en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11. Grupo de Peces Comerciales.
(Fuente: Espinoza-Tenorio 2005; Avilés-Quevedo & Castelló-Orvay, 2004; Cruz-Romero *et al.* 2002; Allen & Robertson, 1994; Briones-Ávila *et al.* 2000; Cudney & Turk 1998).

Grupo funcional	Especie	Hábitos alimenticios	Principales depredadores	Interacciones
PH – Peces herbívoros				
a. Mojarra	a. <i>Eucinostomus</i> sp.	a. (omnívoro) Peces, poliquetos, algas, detritus	Elasmobranquios	
b. Lisa	b. <i>Mugil cephalus</i>	b. (herbívoro) Algas		

PC – Peces carnívoros

a. Lenguado	a. <i>Paralichthys californicus</i>	a. Crustáceos, moluscos y anélidos	a. competencia por espacio: tortuga marina
b. Cabrilla extranjera	b. <i>Paralabrax auroguttatus</i>	b. Crustáceos y peces	b. competencia por espacio: blanco, vieja
c. Jurel	c. <i>Seriola lalandi</i>	c. Sardina, Calamar y Macarela	
d. Cochito	d. <i>Balistes polylepis</i>	d. Moluscos (bivalvos), equinodermos (erizos)	Elasmobranquios (tiburones y mantas)
e. Pargo lunarejo	e. <i>Lutjanus peru</i> o <i>L. guttatus</i>	e. Peces, crustáceos, anélidos	Mamíferos marinos
f. Barracuda o barracuta	f. <i>Sphyaena ensis</i> , <i>S. argentea</i>	f. Crustáceos, peces, moluscos	
g. Blanco	g. <i>Caulolatilus princeps</i>	g. Blanco	
h. Burrito	h. <i>Umbrina</i> sp.	h. Burrito	
i. Cabrilla arenera	i. <i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	i. Peces pequeños y crustáceos bentónicos	
j. Cabrilla sardinera	j. <i>Mycteroperca rosace</i>	j. Sardinera	
k. Curvina	k. <i>Cynoscion</i> sp.	k. Peces (sardina)	
l. Sardina	l. <i>Sardinops sagax</i>	l. Crustáceos planctónicos, huevos y larvas de peces	
m. Aguado	m. Aguado	m. Aguado	
n. Bacoco	n. <i>Haemulon sexfasciatum</i>	n. Crustáceos y peces	
o. Barrilete	o. <i>Euthymnus lineatus</i>	o. Barrilete	
p. Bonita	p. Bonita	p. Bonita	
q. Botete	q. <i>Tetrodon annulatus</i>	q. Peces y crustáceos	
r. Breja	r. Breja	r. Breja	
s. Canelo	s. Canelo	s. Canelo	
t. Fajado	t. Fajado	t. Fajado	
u. Lopón	u. Lopón	u. Lopón	
v. Loro o Perico	v. <i>Scarus</i> spp.	v. Loro perico	
w. Palometa	w. <i>Trachicottus aitensis</i>	w. Palometa	
x. Sargento	x. Sargento	x. Sargento	
y. Tijereta	y. Tijereta	y. Tijereta	
z. Tocuda	z. <i>Narcine entemedor</i>	z. Tocuda	
aa. Vieja	aa. Vieja	aa. Vieja	
bb. Gallo	bb. <i>Nematistius pectoralis</i>	bb. Gallo	

d. Invertebrados

Del grupo de invertebrados se eligieron aquellos Filos con los cuales encontramos las mayores interacciones en el sistema (Tabla 5.12). Los grupos fueron divididos por Phylum y Clase, añadiendo para cada grupo una clave de identificación, con la que se trabajó en los modelos. Los hábitos alimenticios de estas especies se colocaron en orden de importancia.

Tabla 5.12. Grupo de Invertebrados

(Fuente: Domínguez *et al.* 2004; Barile *et al.* 2004; Brusca & Brusca 2003; Barnes *et al.* 2001; Healy, 2001; Bergquist 2001; Greenaway, 2001; Morales-Bojórquez *et al.* 2000; Sierra-Rodríguez *et al.* 2000; González-Cano, 2000; Salgado- Barragán & Hendrickx, 1991; Pennings, 1990; Matar para vivir¹⁶)

Filo	Clase (Clave)	Especie	Hábitos alimenticios (en orden de importancia)	Principales depredadores
Mollusca	C- Cefalópodos			
	a. Pulpo	a. <i>Octopus bimaculatus</i> y <i>O. hubbsorum</i>	a. Crustáceos §: camarones y cangrejos. Moluscos, otros cefalópodos y peces.	Peces carnívoros y omnívoros
	b. Calamar	b. <i>Dosidicus gigas</i>		
	c. -	c. <i>Lolliguncula</i> sp.	b. Peces y crustáceos (krill)	
	G- Gasterópodos			
	e. Vaquita marina f. Huevos de Gasterópodos	e. <i>Aplysia vaccaria</i>	e. Ramoneadoras de algas rojas y verdes.	Tortuga prieta
Artrópoda Subphylum: Crustacea	Cr- Malacostrácea			
	a. Camarones	a. <i>Penaeus californiensis</i> , <i>crystal</i> , <i>P. brevirostris</i> , <i>P. stylirostris</i> , <i>P. vannamei</i> , <i>L. californiensis</i>	a. Crustáceos, peces, moluscos, anélidos, detritus	a. Peces carnívoros y omnívoros
	b. Langosta espinosa	b. <i>Panulirus inflatus</i> y <i>P. gracilis</i>	b. Carnívoros (org. sedentarios: anélidos; org. de mov. lentos: moluscos y crustáceos)	d. Varias especies de esquilas se encuentran entre la fauna de acompañamiento del camarón comercial <i>Penaeus</i> spp. *
	c. Cangrejo rojo	c. <i>Pleuroncodes planipes</i>	c. Filtradores, planctívoros	e. Mysticetos y calamares
	d. Esquilas o camarones mantis.	d. <i>Squilla</i> sp. y <i>Squilla bigelowi</i>	d. Poliquetos, peces, crustáceos y otros invertebrados.	
	e. Krill	e. <i>Nyctiphanes simplex</i>	e. Filtradores.	
Annelida	P- Poliquetos			
	a. Gusano poliqueto	Familia Sabellidae	a. Filtradores	Tortuga prieta, Peces carnívoros y omnívoros
Cnidaria Subphylum: Anthozoa	Cn- Alcyonaria			
	a. Pluma de mar	<i>Ptilosarcus undulatus</i>	Descomponedores de M.O. y de bacterias planctónicas.	Tortuga prieta
Porifera	Esp- Demospongiae			
	a. esponjas	<i>Arcanus erithacus</i> <i>Haliclona</i> sp. <i>Hymeniacidon sinapium</i>	Filtradoras y pequeños crustáceos	Tortuga prieta

§ Es importante aclarar que la dieta depende del lugar en el que viven, y puede variar entre regiones geográficas (Domínguez *et al.* 2004; Matar para vivir¹⁶)

¹⁶ Matar para vivir: <http://www.casaciencias.org/aquarium/Humboldt/Cefalopodos/histnat/matar.html>

* Salgado-Barragán & Hendrickx, 1991.

f. Algas marinas

En este grupo se incluyeron también relaciones no tróficas, que se han reportado entre especies de algas marinas. El grupo de las **Chlorophytas** (CHLO), específicamente la *Ulva lactuca*, es considerada como una especie oportunista, provocando un efecto negativo hacia los grupos de **Rhodophyta** (RHOD) y **Phaeophyta** (PHAE) (Dawes, 1998) (Tabla 5.13).

Tabla 5.13. Grupo de algas marinas

(Fuente: Seminoff et al. 2002a; Pacheco-Ruiz et al. 2003; Pacheco-Ruiz & Zertuche-González, 2002; Pacheco-Ruiz et al. 1999; Dawes, 1998)

Nombre común	Especie	Principales depredadores	Interacción interespecífica
CHLO - Algas verdes			
Chlorophyta	<i>Codium</i> spp. <i>C. simplivesticulatum</i> & <i>C. simulans</i> <i>Chaetomorpha antennina</i> <i>Ulva lactuca</i> <i>Enteromorpha acanthophora</i>	Tortuga marina, peces herbívoros y omnívoros	Competencia por espacio con algas verdes y pardas.
PHAE - Algas pardas o cafés			
Phaeophyta	<i>Sargassum</i> spp.: <i>S. johnstonii</i> & <i>S. sinicola camouii</i> <i>Ishige sinicola</i> <i>Dictyota flabellate</i> <i>Padina durvillaei</i> <i>Sporochnus bolleanus</i>	Tortuga marina, peces herbívoros y omnívoros	Competencia por espacio con algas verdes y rojas.
RHOD - Algas rojas			
Rhodophyta	Gracilariaceae: <i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> & <i>Gracilariaria robusta</i> <i>Gracilariaria spinigera</i> <i>Lithothyllum</i> spp. <i>Gelidium johnstonii</i> <i>Gigartina</i> spp. <i>Euchema uncinatum</i> <i>Halymenia refugiensis</i> <i>Laurencia johnstonii</i>	Tortuga marina, peces herbívoros y omnívoros	<i>G. lemaneiformis</i> , domina en biomasa a lo largo de la península de B.C.

6. Modelos Alternativos

a. Comunidad Biológica-Pesquera.

Se generaron dos modelos núcleo que incluyen a las variables biológicas y a la variable Pesca como una actividad antropogénica frecuente en la zona. Estos modelos núcleo sirvieron como base para generar modelos alternativos que permitieron integrar la dinámica del sistema.

El grupo A de la comunidad biológica-pesquera (AP), se generó considerando el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables (Figura 6.1). Con base en este modelo núcleo se generaron 13 modelos alternativos, que consideran un cambio en la dieta de las variables de mayor importancia, entre ellas se observa principalmente la CI y supuestos escenarios en donde esta captura es controlada. También se incluyeron variaciones relacionadas con el tipo de presas de los depredadores tope como los tiburones no comerciales (T) y los elasmobranchios comerciales (E) y el tipo de recursos que capturan los pescadores de BLA (Anexo 5.1).

El grupo B de la comunidad biológica-pesquera (BP), se generó con las interacciones menos importantes y menos frecuentes, considerando el porcentaje de frecuencia de ocurrencia menor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones menos importantes y frecuentes para el resto de las variables (Figura 6.2). Con base al modelo núcleo se generaron 12 modelos alternativos que consideran las variaciones entre las variables de menor importancia dietética, agregando o intercambiando variables que no habían sido consideradas dentro de los modelos alternativos del grupo A, incluyendo la pesca de recursos con menor porcentaje de captura en BLA (ver Sección 5.1.1), como es el caso de la pesca de peces herbívoros (Anexo 5.2).

Septiembre 2007

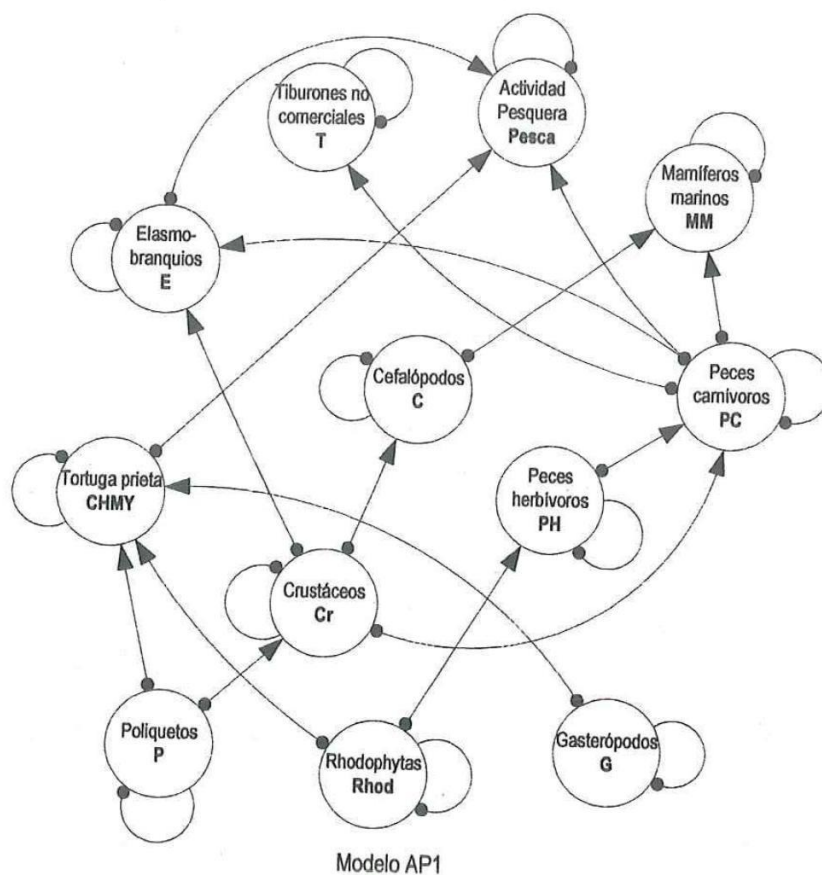


Figura 6.1. Modelo "AP1-Núcleo" de la comunidad biológica-pesquera de Bahía de los Ángeles, con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables del que se desprenden los modelos del Grupo A.

Septiembre 2007

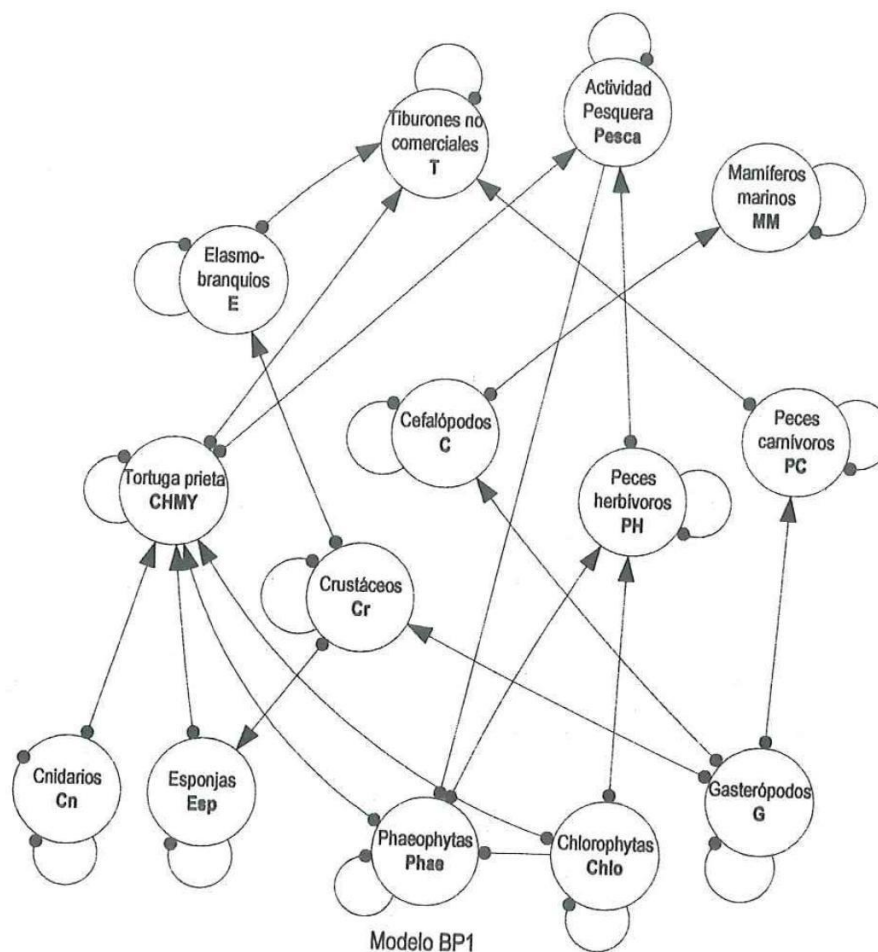


Figura 6.2. Modelo "BP1-Núcleo" de la comunidad biológica-pesquera de Bahía de los Ángeles, con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia menor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones menos importantes y frecuentes para el resto de las variables, del que se desprenden los modelos del Grupo B.

b. Comunidad Biológica.

A diferencia de los modelos de la sección anterior, los modelos que se consideran en ésta sección incluyen a la actividad pesquera como un **disturbio** y no como una variable. Esto significa que el efecto de la pesca sobre el sistema no es constante, es decir, actúa en forma de pulsos cada cierto tiempo. Por ejemplo, el modelo AP1-Núcleo (Figura 6.1) indica que la pesca captura al mismo tiempo elasmobranquios (E) y peces carnívoros (PC) y que además, al realizar esta actividad, existe **captura incidental** de tortuga prieta (CHMY). Por el contrario los modelos alternativos que se construyeron a partir de éste modelo núcleo permiten analizar el **disturbio** pesca (↓) sobre una variable a la vez y el efecto que tiene sobre el resto de las variables estudiadas. Estos modelos se dividieron en tres grupos:

El grupo A de la comunidad biológica (AB) que incluye las especies con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables (Figura 6.3). En éste grupo se incluyeron cinco modelos alternativos que consideran cambios en la dieta de los tiburones no comerciales y los elasmobranquios comerciales (Anexo 6.1).

El grupo B de la comunidad biológica (BB) que considera con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia menor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones menos importantes y frecuentes para el resto de las variables (Figura 6.4). En éste grupo se incluyeron tres modelos alternativos que incluyen variaciones entre las variables no consideradas en el grupo A (Anexo 6.2).

El grupo C de la comunidad biológica (CB) son modelos que al igual que el grupo A, contienen el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables; sin embargo, contienen otras interacciones entre variables que no se incluyen en los modelos del Grupo A (Figura 6.5). En éste grupo se incluyeron cinco modelos alternativos (Anexo 6.3).

Septiembre 2007

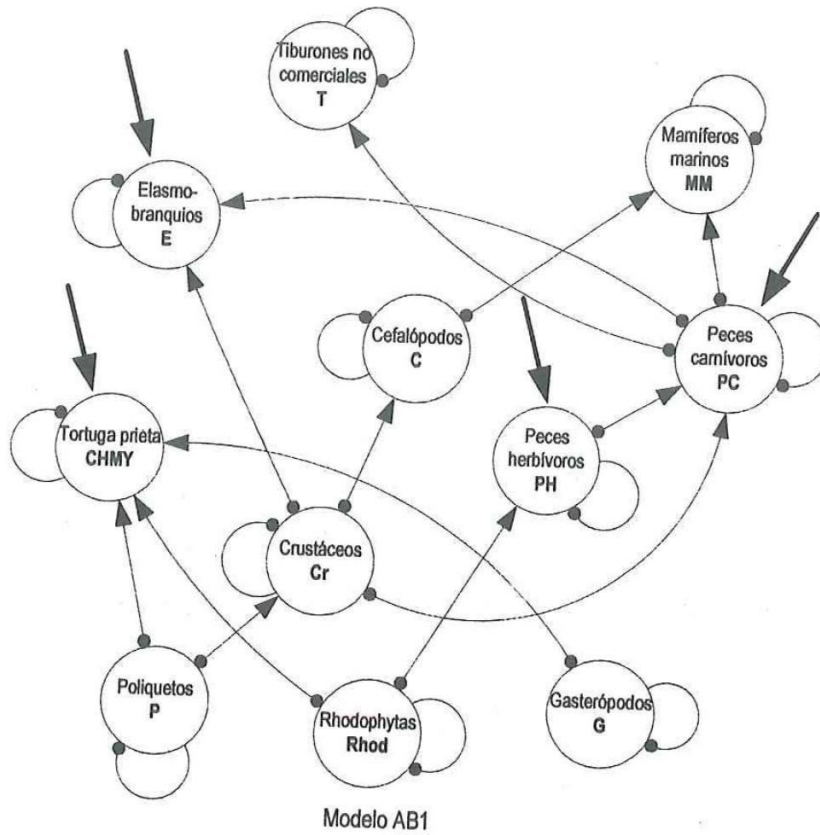
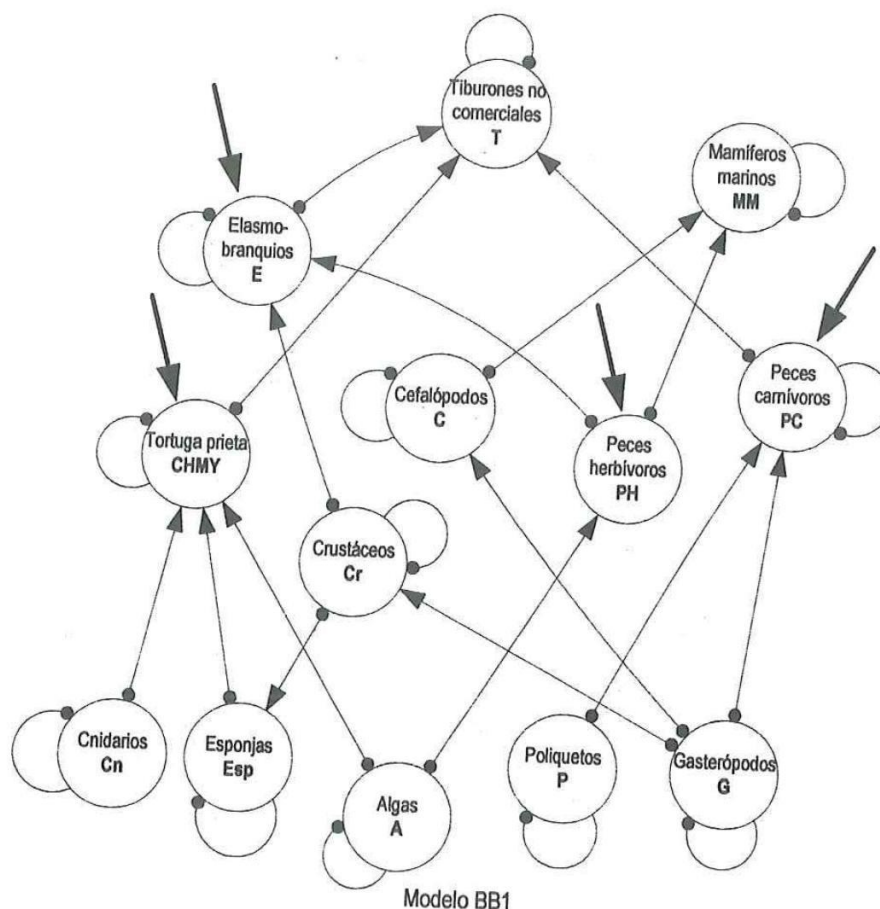


Figura 6.3. Modelo "AB1" de la comunidad biológica de BLA con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables del que se desprenden los modelos del Grupo A.

Las flechas (↓) indican la presión que ejerce la variable Pesca sobre ellas, el análisis de este disturbio se considera uno a la vez.

Septiembre 2007



Modelo BB1

Figura 6.4. Modelo "BB1" de la comunidad biológica de BLA con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables del que se desprenden los modelos del Grupo B.

Las flechas (↓) indican la presión que ejerce la variable Pesca sobre ellas, el análisis de este disturbio se considera uno a la vez.

Septiembre 2007

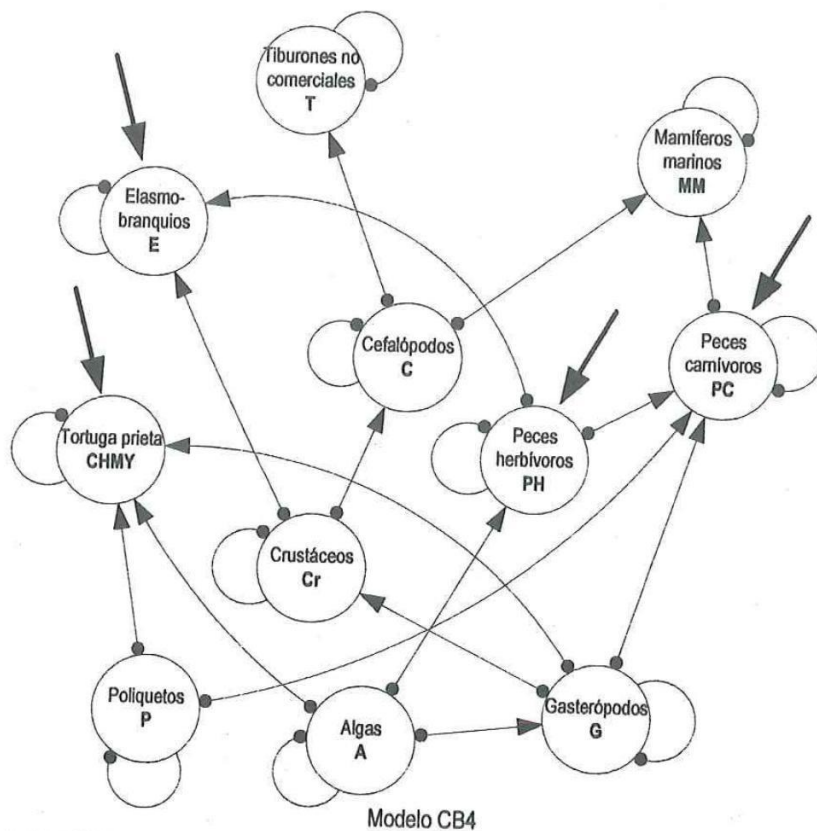


Figura 6.5. Modelo "CB4" de la comunidad biológica de BLA con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 30% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables del que se desprenden los modelos del Grupo C.

Las flechas (↓) indican la presión que ejerce la variable Pesca sobre ellas, el análisis de este disturbio se considera uno a la vez.

6.1 Respuesta de la Tortuga Prieta ante el Impacto Causado por el Cambio en la Biomasa de Diferentes Grupos Funcionales

Para analizar el efecto de diferentes **disturbios** en la comunidad, se escogieron las variables directamente relacionadas con la tortuga prieta, así como aquellas que presentan algún conflicto de manejo en la zona, como la sobreexplotación de recursos por parte de pescadores foráneos (por ejemplo sobre el grupo cabrilla), la pesca de camarón y sardina, por parte de embarcaciones foráneas que usan redes de arrastre, y por lo tanto, afectan el hábitat de la tortuga prieta (CONANP, 2005). De este modo, se analiza el comportamiento del sistema ante el cambio en biomasa de Tiburones no comerciales (T), Elasmobranquios comerciales (E), Actividad Pesquera (Pesca), Peces Carnívoros (PC), Peces Herbívoros (PH) y Mamíferos marinos (MM) sobre la variable *tortuga prieta*. Debido a que en algunos años se han cosechado algas rojas (Rhod y A), se analizó también la respuesta del sistema ante la disminución de biomasa de estas variables como **disturbio** "Cosecha".

Los modelos sugieren una disminución en la población de tortuga prieta ante un **disturbio** que provoque el aumento en la biomasa de elasmobranquios comerciales (13 de 14 modelos), tiburones no comerciales (19 de 19 modelos), pesca (16 de 21 modelos), mamíferos marinos (seis de nueve modelos), peces carnívoros (siete de ocho modelos) y peces herbívoros (25 de 25 modelos); así como ante la disminución en la biomasa de algas rojas (seis de seis modelos) y del grupo algas (ocho de ocho modelos). Es decir, ante el cambio en la biomasa de todas las variables analizadas del sistema, las tortugas prietas tienden a disminuir su biomasa (Tabla 6.1).

Tabla 6.1 Respuesta de la variable Tortuga Prieta ante el aumento en la biomasa de Elasmobranquios, Tiburones no comerciales, Peces Carnívoros y Herbívoros, y el incremento de la Actividad Pesquera; así como la disminución de Algas rojas y Algas.

Los recuadros en gris, representan predicciones poco significativas (valores <0.25). Al final se indica el total de modelos significativos y el número de modelos que sugieren la misma respuesta.

Modelo →CHMY	Disturbio que aumenta (+) o disminuye (-) la biomasa en:							
	+	+	+	-	-	+	+	+
	E	T	Pesca	Rhod	Algas	MM	PC	PH
AP1	-	+	-	-	NA	-	-	-
AP2	-	-	-	-	NA	-	+	-
AP3	+(.28)	-	-(.20)	-	NA	-	-	-
AP4	-	+	-	-	NA	NA	-	-
AP5	+	-	-	-	NA	NA	-	-
AP6	-(.22)	+(.22)	-	NA	-	-(.25)	-(.22)	-
AP7	-	-	-	NA	-	-	+	-
AP8	+	-	-	NA	-	-	-(.27)	-
AP9	-	+	-	NA	-	NA	-	-
AP10	-	-	-	NA	-	NA	-	-
AP11	-(.23)	-	-	NA	-	-	-	-
AP12	-	-(.28)	-	-	NA	NA	-	-
AP13	-(.20)	-	-	NA	-	NA	-	-
BP1	-	-(.28)	-	NA	NA	0	-	-
BP2	-	-(.28)	0	NA	NA	0	-	-
BP3	-	-	-	NA	NA	-	-(.23)	-
BP4	-	-	-	NA	NA	-	-(.27)	-
BP5	-	-	-(.22)	NA	-	+	-	-
BP6	-	-	-	NA	NA	+	-(.21)	-
BP7	-	-	-	NA	NA	+	-(.23)	-
BP10	-	-	+	NA	NA	-	-	-
BP11	-	-	0	NA	NA	-	-	-
BP12	-	-	0	NA	NA	-	-(.21)	-
BP13	-	-	+	NA	NA	-	-	-
BP14	-	-	-	NA	-	NA	-(.23)	-
Total modelos	25	25	25	6	9	18	25	25
Modelos con predicciones significativas (≥ 0.25)								
Respuesta	E	T	Pesca	Rhod	A	MM	PC	PH
+	1	0	2	0	0	1	1	0
-	13	19	16	6	8	6	7	25
0	0	0	3	0	0	2	0	0
Total	14	19	21	6	8	9	8	25

La disminución de las tortugas ante estos **disturbios** se debe a los efectos directos e indirectos causados por la estructura de la comunidad. Los efectos indirectos se dan cuando la variable no está directamente conectada con la especie afectada pero recibe el efecto a través de terceros (Figura 6.6). Los efectos directos se refieren a la respuesta inmediata de una variable cuando se conecta directamente con la especie que recibió el **disturbio** (Figura 6.7).

El efecto de los elasmobranquios comerciales (E) sobre las tortugas (CHMY) es indirecto a través de la pesca. Al aumentar los elasmobranquios, la actividad pesquera aumenta, provocando a su vez una disminución en las tortugas (aumento de la **captura incidental**) (Modelos AP4, AP9; Anexo 5.1). Otra ruta que explica la disminución de tortugas a través del **efecto indirecto** de los elasmobranquios, se ejemplifica en los modelos BP1 al BP4 y BP6 al BP14 (Anexo 5.2). En este caso, la disminución de las tortugas se debe al aumento de sus depredadores (tiburones no comerciales), provocado a su vez por el aumento en la disponibilidad de alimento (elasmobranquios).

El efecto negativo sobre la tortuga prieta que provoca el aumento de Tiburones no comerciales (T), es indirecto: Al aumentar los tiburones no comerciales (depredadores de la tortuga), los peces carnívoros (PC) disminuyen, provocando el aumento de los peces herbívoros (PH) que consumen algas (A) y (Rhod). La disminución del alimento principal de la tortuga prieta (CHMY), provoca a su vez que ésta disminuya (Figura 6.6 y Modelo AP2, Anexo 5.1).

Otra ruta que explica un **efecto indirecto** similar se da a través de los cefalópodos (C), los cuales disminuyen al aumentar los tiburones no comerciales (T). Al aumentar los cefalópodos, los crustáceos (Cr) aumentan y, por ende, la competencia con las tortugas por alimento (poliquetos), causando así su disminución. El modelo AP12 explica las dos posibles rutas anteriores con una respuesta negativa sobre las tortugas prietas (Figura 6.6). En el resto de los modelos existe un efecto directo ya que en estos modelos los tiburones no comerciales funcionan como depredadores de las tortugas (Modelos AP3, AP5, AP8, AP10 y BP1 al BP14; Anexo 5.1 y 5.2).

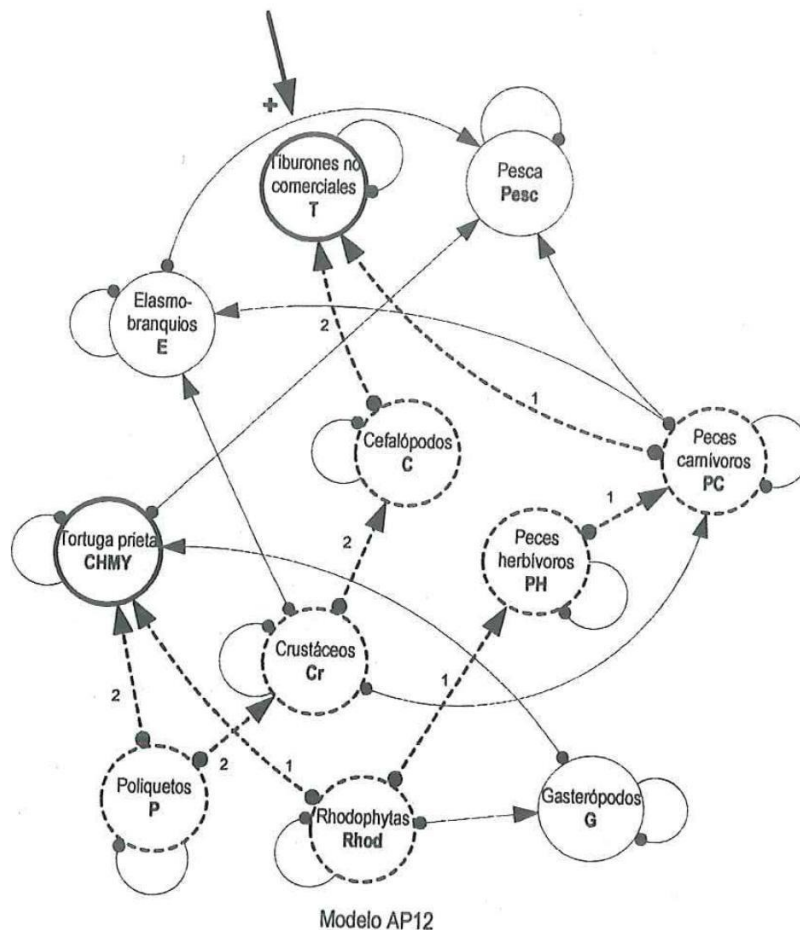


Figura 6.6. Ejemplo de efecto indirecto sobre la tortuga prieta cuando un disturbio provoca el aumento de los tiburones.

El disturbio que provoca un aumento en la biomasa de tiburones no comerciales, está representado por la flecha (↓) sobre la variable. Las flechas discontinuas (---), indican la trayectoria que sigue el disturbio entre los tiburones y la tortuga prieta. Con los números 1 y 2 se indican dos trayectorias posibles que dan la misma respuesta. Las variables señaladas con guiones cortos, indican el grupo a través del cual interaccionan los tiburones con las tortugas prieta.

El aumento de la Actividad pesquera (Pesca) provoca un efecto negativo sobre la tortuga prieta y se explica en los modelos por los siguientes escenarios posibles:

- Los modelos del Grupo A (Anexo 5.1) y los modelos BP1, BP2, BP3, BP4, BP6, BP11, BP12, BP14 (Anexo 5.2), sugieren que el efecto negativo provocado por el aumento de la actividad pesquera es directo en la **captura incidental** de tortuga (efecto **top-down**) e indirecto a través de la CI de algas café (Phae) o algas (A) (efecto **bottom-up**) (Figura 6.7). La disminución de algas (A) y algas rojas (Rhod), tiene un efecto negativo directo

sobre la tortuga prieta y todos los modelos alternativos explican esta relación (efecto **bottom-up**) (Anexo 5.1).

- El modelo AP2 (Anexo 5.1) sugiere dos vías indirectas que explican la disminución de las tortugas al aumentar la pesca: 1) a través de los peces carnívoros (PC), que disminuyen cuando la pesca aumenta. Su disminución provoca que los peces herbívoros (PH) aumenten, promoviendo una disminución en las algas rojas (Rhod) que provocan a su vez la disminución de la tortuga prieta (CHMY); y 2) el aumento de la pesca provoca la disminución de los elasmobranchios (E), que al disminuir la presión sobre sus presas (Crustáceos), éstas aumentan. Al aumentar los crustáceos (Cr), disminuyen los poliquetos (P), que al formar parte de la dieta de la tortuga prieta causan también su disminución (efecto **top-down**).
- Los modelos BP10 y BP11 sugieren que el **efecto indirecto** de la pesca es a través de la disminución de cefalópodos (C), que al alimentarse de gasterópodos (G), éstos resultan beneficiados. El aumento de gasterópodos provoca una disminución en las algas caféas (Phae) y en las verdes (Chlo), lo que disminuye el alimento de la tortuga prieta y, en consecuencia, su disminución.

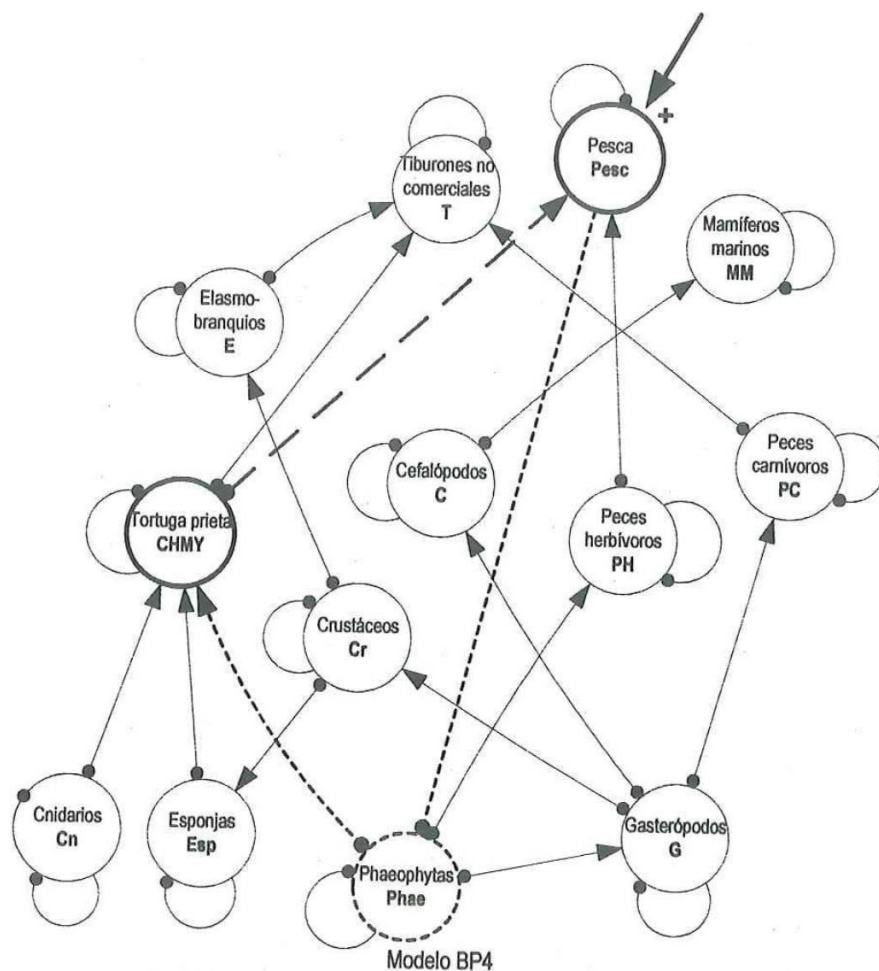


Figura 6.7. Ejemplo de efecto directo e indirecto sobre la tortuga prieta.

El disturbio que provoca un aumento en la biomasa de tiburones no comerciales, está representado por la flecha ($\downarrow$) sobre la variable. El efecto directo está señalado por flechas discontinuas ($\longrightarrow$) en guiones largos. Las flechas discontinuas ($\longrightarrow$) en guiones cortos, indican la trayectoria que sigue el disturbio entre los tiburones y la tortuga prieta. Las variables señaladas con guiones cortos, indican el grupo a través del cual interaccionan los tiburones con las tortugas prieta.

El aumento de los mamíferos marinos (MM) provoca un efecto negativo sobre la tortuga prieta y se explica en los modelos por dos escenarios posibles:

- Cuando aumentan los mamíferos marinos existen dos vías indirectas que explican la disminución de tortuga prieta: 1) a través de los peces carnívoros (PC) que disminuyen cuando aumentan los mamíferos marinos. Su disminución provoca que los peces herbívoros (PH) aumenten, promoviendo una disminución en las algas rojas (Rhod) y

algas (A) que provocan a su vez la disminución de la tortuga prieta (CHMY); y 2) los cefalópodos disminuyen por el aumento de sus depredadores (mamíferos marinos), su disminución produce una disminución de crustáceos (Cr), originando una disminución en la biomasa de poliquetos (P), que promueven a su vez la disminución de tortuga prieta (Modelos del Grupo A, Anexo 5.1).

- Al aumentar en biomasa, los mamíferos marinos provocan una disminución en los cefalópodos (C) y, estos a su vez, disminuyen la biomasa de gasterópodos (G), y éstos al competir con las tortugas prieta por las algas (A, Phae, Chlo), provocan una respuesta negativa en sus poblaciones (Modelos del Grupo B, Anexo 5.2).

La comparación de los modelos BP1 (Figura 6.8) y BP2 (Figura 6.9) ilustra la manera en que ligeros cambios en la estructura de la comunidad de un sistema pueden provocar una respuesta diferente de una variable ante un **disturbio**. Ambos modelos difieren en la presencia de la CI como parte del sistema. Esta diferencia provoca que al aumentar la pesca (**disturbio**), la tortuga prieta disminuya en el modelo BP1 y no cambie en el modelo BP2 (Tabla 6.1). Esto se debe a que en el modelo BP1 se suman los efectos negativos directos e indirectos (Figura 6.8); por el contrario, en el modelo BP2 existe un balance entre efectos positivos y negativos (Figura 6.9). En el modelo BP1, al aumentar la pesca, la tortuga prieta disminuye (efecto directo); simultáneamente al aumentar la pesca, los peces herbívoros disminuyen, causando el aumento de algas cafés (Phae) y algas verdes (Chlo). Debido al efecto negativo de las algas verdes y la pesca sobre las cafés, éstas últimas disminuyen. En suma, la tortuga prieta (CHMY) disminuye debido al efecto directo negativo a través de la pesca y al **efecto indirecto** negativo al disminuir su alimento (algas cafés). Debido a que en el modelo BP2 la pesca no tiene un efecto negativo directo sobre la tortuga prieta, la respuesta de esta variable está dada por el **efecto indirecto** de ambos grupos de algas. Mediante el mismo proceso descrito para el modelo BP1, las algas cafés (Phae) disminuyen y las verdes (Chlo) aumentan. Este balance en la disponibilidad de alimento promueve que la biomasa de la tortuga prieta no cambie. Al igual que los modelos BP1 y BP2, los modelos BP3-BP4 y BP10-BP11 fueron contruidos para comparar el efecto de un **disturbio** considerando la ausencia/presencia de la CI de tortuga prieta en el sistema. Los modelos BP11 y BP12 sugieren que las tortugas no cambian al aumentar la pesca (Tabla 6.1); el mecanismo es el

mismo que el explicado anteriormente para el modelo BP2. Por el contrario, los modelos BP10 y BP13 sugieren que las tortugas aumentan al aumentar la pesca. Este aumento se debe a que la pesca causa la disminución de peces herbívoros (PH), que produce un beneficio en la biomasa de algas verdes (Chlo), recurso del que se alimentan las tortugas.

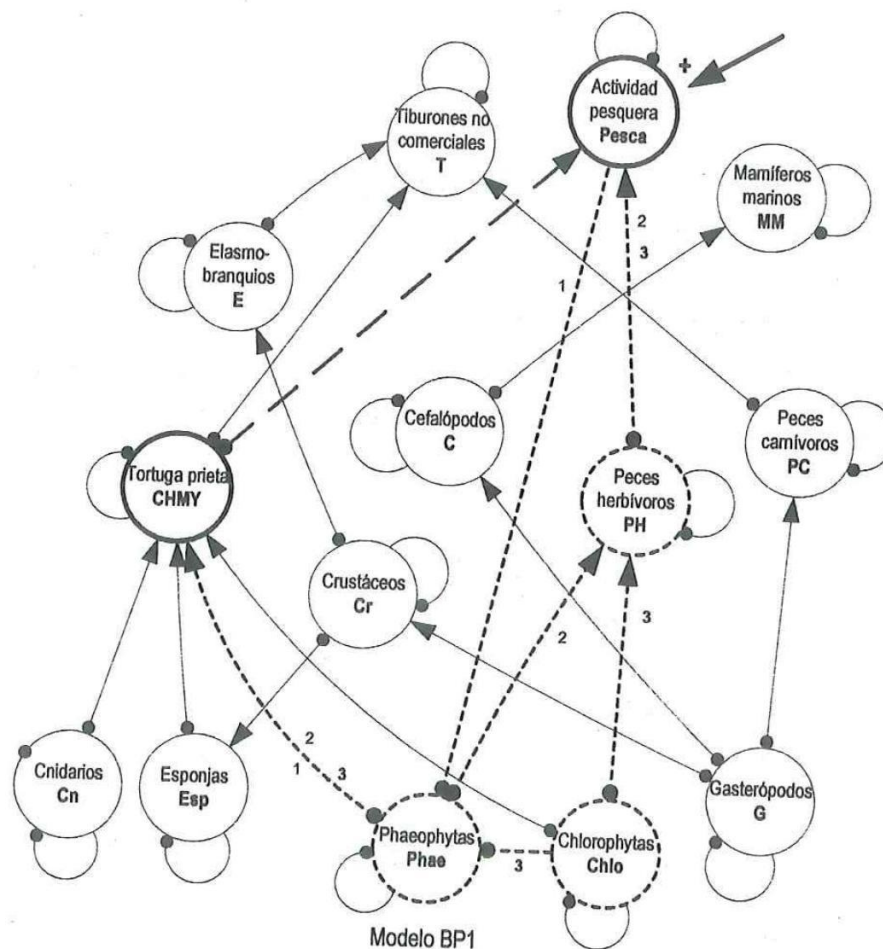


Figura 6.8. Respuesta de la variable tortuga prieta ante el aumento de la actividad pesquera en el escenario supuesto actual, cuando existe captura incidental de tortuga.

El aumento de la actividad pesquera está representado por la flecha (↓) sobre la variable. El efecto directo sobre las tortugas prieta, está señalado por flechas discontinuas (—→) en guiones largos. Las flechas indicadas por flechas discontinuas (---→) en guiones cortos, indican las trayectorias que sigue el disturbio entre la pesca y la tortuga prieta. Las variables señaladas con guiones cortos, indican el grupo a través de las cuales interaccionan. Las relaciones indirectas muestran tres opciones de respuesta sobre la tortuga prieta, señalados con números consecutivos, estas rutas fomentan la respuesta negativa sobre la tortuga prieta.

Septiembre 2007

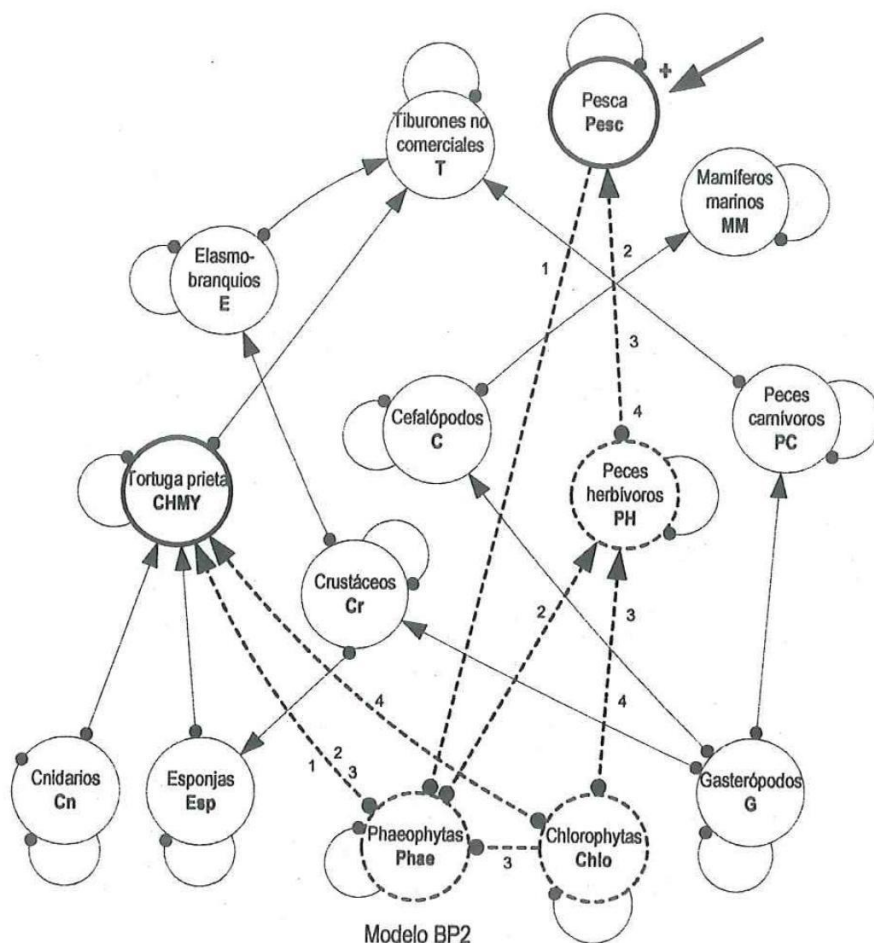


Figura 6.9. Respuesta de la variable tortuga prieta ante el aumento de la actividad pesquera en el escenario supuesto de que exista control en su captura incidental.

El aumento de la actividad pesquera está representado por la flecha (↓) sobre la variable. Las flechas discontinuas (--->) en guiones cortos, indican la trayectoria que sigue el disturbio entre la pesca y la tortuga prieta. Las variables señaladas con guiones cortos, indican el grupo a través del cual interactúan. Las trayectorias señaladas con números consecutivos, sugieren la misma respuesta de no cambio sobre la tortuga prieta, esto debido al balance entre variables de las rutas 2, 3 y 4.

6.2 Estrategias de Manejo Orientadas a la Recuperación de Recursos Pesqueros y Especies Protegidas

Una de las metas que se formularon para la creación de la Reserva de la Biósfera en la zona de Bahía de los Ángeles, fue la de controlar los recursos pesqueros, ya que la sobrepesca, el uso ilícito de artes de pesca nocivas, el desorden en dicha actividad y la falta de capacidad de las autoridades para vigilar la zona son algunos de los problemas más relevantes. El libre acceso a las pesquerías es una de las principales causas de estos problemas (CONANP, 2005).

Ante estos conflictos, en esta sección se presenta el análisis de las predicciones de los modelos ante diferentes estrategias de manejo. Algunas de las preguntas planteadas en esta sección están dirigidas a disipar algunas de las inquietudes citadas en la sección de "propuestas de temas a investigar" en el Estudio previo justificativo para el establecimiento del ANP de BLA, Canales de Ballenas y Salsipuedes (CONANP, 2005).

¿Qué efecto tiene el aumento de pesca comercial sobre las especies de importancia económica y especies protegidas?

El aumento de la actividad pesquera (Pesca) afecta a las poblaciones de tortuga prieta (CHMY) y a los peces herbívoros (PH). La respuesta de los mamíferos marinos (MM) ante éste **disturbio** es variable, ya que cinco de 10 modelos sugieren una respuesta positiva, cuatro de 10 indican no cambio, y sólo un modelo indica una respuesta negativa. La misma situación la presentan los peces carnívoros (PC), en donde seis de 10 modelos sugieren una respuesta positiva ante el aumento de la pesquería. Los tiburones (T) y elasmobranquios comerciales (E), disminuyen ante el aumento de la actividad pesquera, pero también presentan cierta variabilidad en su respuesta (Tabla 6.3).

La tortuga prieta resulta afectada ante el aumento de la Pesca en todos aquellos modelos donde se representa a la pesca interactuando directamente con la tortuga prieta a través de la CI. Por el contrario, la pesca provoca un efecto positivo o de no cambio, sobre los mamíferos marinos, la trayectoria del **disturbio** se muestra en la Figura 6.10.

Septiembre 2007



Figura 6.10. Respuesta de "no cambio" de los mamíferos marinos ante el aumento de la actividad pesquera.

El aumento en la actividad pesquera, está representado por la flecha ($\downarrow$) sobre la variable. Las flechas continuas ($\longrightarrow$) en *negritas* y discontinuas ($-\longrightarrow$) en guiones cortos, indican la trayectoria que sigue el disturbio entre la pesca y los mamíferos marinos. Con los números 1 y 2 se indican las dos trayectorias posibles que dan la misma respuesta, a través de los gasterópodos.

Recuperación de la especie protegida: tortuga prieta.

El aumento de las poblaciones de la tortuga prieta, escenario deseable como meta mundial de las especies en peligro de extinción y específicamente en México, es un resultado viable según los reportes de Alberto Abreu (UNAM, Unidad Mazatlán) (Anexo 2), para las playas de Colola, Michoacán. La correlación entre los datos de la playa de anidación de Colola, Michoacán, al Golfo de California, fue reportado por Seminoff *et al.* en el 2002 (c). Aunque es importante aclarar que esta tendencia mostrada en la gráfica del Anexo 2, no había sido evaluada en la zona

de BLA hasta hace dos años (Seminoff *com. pers.* 2007)¹⁷; sin embargo, en esta sección se analiza el escenario con el fin de observar las respuestas de la comunidad ante este cambio en el sistema.

Un **disturbio** que provoque el aumento en las poblaciones de tortuga prieta (CHMY) beneficia a la actividad pesquera (Pesca) y a los tiburones no comerciales (T), y afecta a las poblaciones de algas (A y Rhod), mamíferos marinos (MM) y peces carnívoros y herbívoros (PC, PH).

La actividad pesquera se beneficia ante el aumento de tortuga prieta en 13 de 22 modelos; sin embargo, nueve de 22 modelos sugieren todo lo contrario (una respuesta negativa), y esta respuesta se presenta mientras existan las siguientes situaciones:

- los casos en que los tiburones no comerciales (T) y la pesca compiten por el recurso peces carnívoros (PC) (Modelos AP3, AP8; Anexo 5.1).
- y cuando el aumento de tortuga merma las poblaciones de algas (A), lo que afecta indirectamente a los peces herbívoros (PH) y a los carnívoros (PC), provocando que los pescadores se vean afectados ante la disminución de sus recursos: los peces herbívoros (Modelos BP11, BP12, BP13; Anexo 5.2) y los peces carnívoros (Modelos AP2, AP7, BP2, BP10; Anexo 5.1, 5.2).

El único grupo donde este **disturbio** provoca una respuesta variable, es sobre los elasmobranquios, ya que 12 de 18 modelos sugieren una respuesta negativa, mientras que seis de 18 modelos sugieren que no hay cambio en la biomasa de elasmobranquios (Tabla 6.3). Las respuestas negativas se presentan en los modelos del Grupo A (Anexo 5.1) y las respuestas de no cambio en los modelos del Grupo B (Anexo 5.2).

¹⁷ Seminoff, Jeffrey A. Marine Turtle Research Program. NOAA - National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Center.

Recuperación del grupo de especies protegidas: mamíferos marinos

El aumento de mamíferos marinos (MM) produce respuestas, en su mayoría negativas, hacia las variables examinadas, a excepción de los elasmobranquios y las algas, que aumentarían ante este **disturbio**. Los tiburones no comerciales (T) son el grupo funcional que presenta mayor variación en su respuesta, seguido de los peces herbívoros (PH) y los peces carnívoros (PC). De especial interés es la disminución de la pesca en todos los modelos analizados (Tabla 6.3).

¿Qué efecto tiene en el sistema la disminución del esfuerzo pesquero en los peces carnívoros?

La disminución del esfuerzo pesquero de los peces carnívoros permitiría que este recurso aumentara. Con este **disturbio** positivo, los grupos funcionales que saldrían beneficiados serían: la actividad pesquera (Pesca), tiburones no comerciales (T) y algas rojas (Rhod). Por el contrario, la tortuga prieta (CHMY), elasmobranquios (E), mamíferos marinos (MM) y peces herbívoros (PH) resultarían afectados negativamente. Las respuestas de los mamíferos marinos y peces herbívoros fueron variables (Tabla 6.3).

¿Qué efecto tiene en el sistema la disminución del esfuerzo pesquero en los elasmobranquios?

Los elasmobranquios son el segundo grupo en importancia de especies comerciales en BLA, después de los peces carnívoros (Figura 5.2) y su pesca conlleva como CI otras especies de importancia comercial (Tabla 5.1). Al disminuir el esfuerzo pesquero sobre los elasmobranquios, se promueve su recuperación. Con este **disturbio** positivo, los grupos funcionales que resultan beneficiados serían los peces herbívoros (PH), la actividad pesquera (Pesca) y los mamíferos marinos (MM). Por el contrario, los peces carnívoros (PC) disminuyen ante el aumento de los elasmobranquios. Las respuestas de los tiburones no comerciales (T); la tortuga prieta (CHMY) y las algas (A y Rhod) es variable ante este **disturbio** (Tabla 6.3).

Comparación de la respuesta de la comunidad de la zona núcleo de la Reserva BLA y las zonas con cierto grado de explotación

Cuando se establezca el Plan de Manejo para la Reserva de la Biósfera de BLA, será necesario conocer las principales diferencias que se esperan encontrar en el comportamiento del sistema de las diferentes zonas de la reserva, según su uso. Para resolver esta inquietud, es necesario analizar la respuesta del sistema ante un mismo **disturbio** en ambos tipos de modelos (con y sin pesca). Por ejemplo, un **disturbio** natural, como el aumento de la temperatura, que provoque la disminución de nutrientes y, por lo tanto, una disminución en la abundancia de las algas.

En todos los modelos alternativos de la Comunidad Biológica, se sugiere que este **disturbio** natural afectará negativamente a todos los grupos funcionales de la comunidad ante la disminución del grupo de las algas (A) (Tabla 6.4). Todas las respuestas son consistentes, a excepción de los tiburones no comerciales (T), ya que 2 modelos de 8 sugieren que los tiburones (T) aumentarían con la disminución de algas. Esta respuesta positiva se presenta cuando existe competencia entre los tiburones (T) y los mamíferos marinos (MM) por los cefalópodos (C). Un ejemplo se encuentra en el Modelo AB7 (Figura 6.11).

Mientras que en los modelos de la Comunidad Biológico-Pesquera, al presentarse un **disturbio** que provocará la disminución de la biomasa de las algas (A y Rhod), los modelos alternativos sugieren que todas las variables resultarían afectadas ante este **disturbio**, excepto los elasmobranquios comerciales (E). Al igual que los modelos de la Comunidad Biológica, las respuestas de este grupo de modelos no tienen variación en sus respuestas.

Septiembre 2007

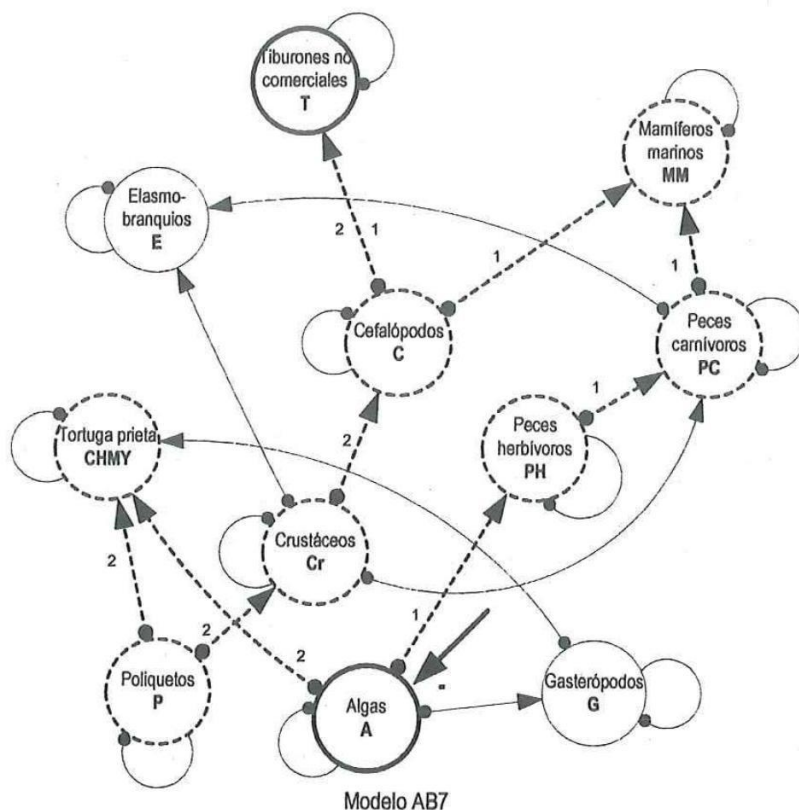


Figura 6.11. Rutas de la respuesta positiva de los tiburones (T) ante la disminución de algas (A).

El disturbio *aumento de temperatura* está representado por la fecha ($\downarrow$) con el signo negativo sobre la variable algas (A) que indica una disminución en su biomasa. Las fechas discontinuas ($- - \rightarrow$) guiones cortos, indican las trayectorias que siguen el disturbio entre las algas y los tiburones no comerciales. Los números 1 y 2 indican la misma respuesta a través de los cefalópodos (C). Las variables marcadas con guiones cortos, indican los grupos a través de las cuales interaccionan.

Tabla 6.3 Resumen de las Respuestas de todas las variables analizadas, ante un disturbio que provoque un cambio en la biomasa de Tortuga prieta (CHMY), Tiburones no comerciales (T), Elasmobranchios (E), Peces carnívoros (PC), Peces Herbívoros (PH), Actividad pesquera (Pesca), Algas rojas (Rhod) y Algas (A).

Modelos de la Comunidad Biológico-Pesquera.

Modelos con predicciones significativas (≥ 0.25)

Disturbio que aumenta (+) o disminuye (-) la biomasa en:																
Variables	+ Tortuga prieta (CHMY)				+ Tiburones no comerciales (T)				+ Mamíferos marinos (MM)				- Algas rojas (Rhod)			
	+	-	0	No. total modelos	+	-	+	No. total modelos	+	-	0	No. total modelos	+	-	0	No. total modelos
CHMY	-	-	-	-	0	19	0	19	1	6	2	9	0	6	0	6
Pesca	13	9	0	22	1	14	0	15	0	10	2	12	0	4	0	4
T	16	1	0	17	-	-	-	-	6	7	0	13	1	5	0	6
E	0	12	6	18	5	12	0	17	10	2	6	18	4	0	0	4
Rhod	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	-	-	-	-
A	0	9	0	9	0	0	0	0	1	0	0	1	-	-	-	-
MM	3	8	2	13	9	5	0	14	-	-	-	-	0	0	0	0
PC	1	17	0	18	1	24	0	25	5	9	0	14	0	6	0	6
PH	0	18	0	18	17	1	0	18	7	9	2	18	0	6	0	6

Continuación. Tabla 6.3

Disturbio que aumenta (+) o disminuye (-) la biomasa en:																
Variables	+ Pesca				+ Elasmobranchios comerciales (E)				+ Peces carnívoros (PC)				+ Peces herbívoros (PH)			
	+	-	0	No. total modelos	+	-	+	No. total modelos	+	-	0	No. total modelos	+	-	0	No. total modelos
CHMY	2	16	3	21	1	13	0	14	1	7	0	8	0	25	0	25
Pesca	-	-	-	-	10	6	0	16	19	0	0	19	20	0	0	20
T	3	4	4	11	12	12	0	24	23	1	0	24	10	12	0	22
E	0	14	7	21	-	-	-	-	0	12	0	12	5	0	6	11
Rhod	3	0	0	3	0	5	0	5	6	0	0	6	0	6	0	6
A	0	4	0	4	1	7	0	8	0	0	0	0	0	9	0	9
MM	5	1	4	10	10	7	1	18	7	10	1	18	8	8	2	18
PC	6	0	4	10	0	14	0	14	-	-	-	-	16	0	0	16
PH	2	15	0	17	17	0	0	17	11	13	0	24	-	-	-	-

Tabla 6.4. Resumen de la Respuesta del efecto del disturbio "Pesca" y "Cosecha" sobre las variables de interés comercial y ecológico en los Modelos que representan a la Comunidad Biológica.

Modelos con predicciones significativas (≥ 0.25)

	(↓) COSECHA				(↓) PESCA CON RED															
	-Algas (A)				-Elasmobranquios (E)				-Tortuga prieta (CHMY)				-Peces carnívoros (PC)				-Peces herbívoros (PH)			
Variable	+	-	0	No. modelos	+	-	0	No. modelos	+	-	0	No. modelos	+	-	0	No. modelos	+	-	0	No. modelos
E	0	6	0	6	-	-	-	-	8	0	0	8	5	5	0	10	0	12	0	12
T	2	6	0	8	5	3	1	9	2	10	0	12	5	7	0	12	7	2	0	9
CHMY	0	10	0	10	2	7	0	9	-	-	-	-	7	4	0	11	13	0	0	13
A	-	-	-	-	4	4	1	9	7	0	0	7	1	9	0	10	10	0	0	10
PC	0	4	0	4	10	0	1	11	11	0	0	11	-	-	-	-	1	10	0	11
PH	0	10	0	10	7	5	0	12	5	0	0	5	5	3	0	8	-	-	-	-
MM	0	1	0	1	8	2	0	10	7	0	0	7	2	7	0	9	0	8	0	8

7. Comportamiento de la tortuga prieta ante un manejo multiespecífico

7.1 Análisis multiespecífico mediante la suma de efectos

Los modelos sugieren que el efecto sobre la tortuga prieta de pescar simultáneamente dos recursos puede ser positiva, negativa o de no cambio, dependiendo de la estructura de la comunidad. La pesca simultánea de peces carnívoros y peces herbívoros (PC/PH) podría ser benéfica para la tortuga prieta, ya que ocho de 13 modelos indican que la suma de efectos es positiva (Tabla 7.1).

Tabla 7.1. a) Predicciones sobre el cambio de la tortuga prieta ante un efecto negativo causado por la pesca en Elasmobranquios, Pesca incidental sobre tortuga prieta, Peces carnívoros y Peces herbívoros; b) Suma de efectos al considerar un disturbio simultáneo entre pares de variables y c) Proporción total de modelos con la misma respuesta en la suma de efectos.

Los recuadros en gris, representan predicciones poco significativas (valores <0.25).

Modelo	a) Predicciones				b) Suma de efectos					
	E	CHMY	PC	PH	E/CHMY	E/PC	E/PH	CHMY/PC	CHMY/PH	PC/PH
AB1 → CHMY	-	-	-	+	-	-	0	-	0	0
AB4 → CHMY	-	-	-	+	-	-	0	-	0	0
AB5 → CHMY	-	-	-	+	-	-	0	-	0	0
AB6 → CHMY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AB7 → CHMY	+	-	-	+	0	0	+	-	-	-
BB1 → CHMY	+	-	+	+	0	+	+	0	0	+
BB2 → CHMY	+	-	+	+	0	+	+	0	0	+
BB3 → CHMY	+	-	+	+	0	+	+	0	0	+
CB1 → CHMY	-	-	+	+	-	0	0	0	0	+
CB2 → CHMY	-	-	+	+	-	0	0	0	0	+
CB3 → CHMY	-	-	+	+	-	0	0	0	0	+
CB4 → CHMY	-	-	+	+	-	0	0	0	0	+
CB5 → CHMY	-	-	+	+	-	0	0	0	0	+

c) Proporción total							
Respuesta	E/CHMY	E/PC	E/PH	CHMY/PC	CHMY/PH	PC/PH	
+	0	3/13	4/13	0	0	8/13	
-	9/13	4/13	1/13	5/13	2/13	2/13	
0	4/13	6/13	8/13	8/13	11/13	3/13	

Claves: E. Elasmobranquios; CHMY. Tortuga prieta; PC. Peces carnívoros; PH. Peces herbívoros.

Signos de la suma de efectos: Positivo (+) indica un efecto benéfico sobre la tortuga prieta, ante el supuesto de la pesca en cada correlación; el significado es lo opuesto para el signo Negativo (-); mientras que el cero (0) indica un efecto anulado por la suma de signos contrarios en la tabla de predicciones.

Por el contrario, la pesca de elasmobranquios y su **captura incidental** sobre tortuga prieta (E/CHMY), causaría que la población de tortuga prieta disminuyera (nueve de 13 modelos) (Tabla 7.1). Varias combinaciones de pesca simultánea podrían ser benéficas para las tortugas, en el sentido de que mantendrían sus poblaciones sin cambios. La mayor proporción de modelos que sugieren un no cambio se encontró utilizando la pesca simultánea de tortuga prieta y peces herbívoros (CHMY/PH). Del mismo modo, la pesca simultánea de tortuga prieta y peces carnívoros (CHMY/PC), así como elasmobranquios y peces herbívoros (E/PH), causaría que la población de tortuga prieta no cambie (ocho de 13 modelos) (Tabla 7.1).

La disminución de las tortugas ante una pesca simultánea de elasmobranquios y pesca incidental (**E/CHMY**) se debe a que la disminución de elasmobranquios (E) provoca un aumento de crustáceos (Cr), quienes compiten con la tortuga prieta (CHMY) por poliquetos (P); así que además de ser capturada por los pescadores, la tortuga prieta resulta afectada por la disminución de uno de sus recursos alimenticios, provocado indirectamente por la pesca de elasmobranquios (modelos el grupo A, Anexo 6.1). En otro grupo de modelos que sugieren la misma respuesta (modelos del grupo C, Anexo 6.3), se presenta el mismo caso de competencia de las tortugas prietas con los crustáceos (Cr), pero a través de los gasterópodos (G). Existe otra ruta que explica el efecto doble que provoca la CI de tortuga prieta, este es a través de los peces herbívoros (PH), que compiten con las tortugas por el recurso algas (A), que al igual que en el caso anterior, la disminución de elasmobranquios (E) beneficia las poblaciones de peces herbívoros (PH). En suma, las tortugas prietas resultan afectadas por dos vías: por la CI de los pescadores de la zona y por la disminución de sus recursos alimenticios (algas y gasterópodos) que provoca indirectamente la baja en las poblaciones de elasmobranquios (Anexo 6.3).

Uno de los mecanismos por el cual la tortuga prieta no cambia al pescar simultáneamente elasmobranquios y peces carnívoros (**E/PC**) se ejemplifica en el modelo AB7 y los modelos del grupo C (Anexo 6.3). En el modelo AB7 (Anexo 6.1) los peces carnívoros (PC) no cambian, a pesar de estar siendo afectados por la pesca. Esto se debe a que los Elasmobranquios (E), sus principales depredadores, están siendo también explotados. La disminución de elasmobranquios (E) provoca el aumento del grupo de crustáceos (Cr), grupo que compete con la tortuga (CHMY) por los poliquetos (P), lo que afecta a las tortugas prietas; sin embargo, por otra parte, al no

cambiar la biomasa de los peces carnívoros (PC), no cambian los crustáceos (Cr) ni los peces herbívoros (PH), permitiendo que las algas (A) –alimento principal de las tortugas prieta- se mantengan en una biomasa adecuada para mantener las dos poblaciones (PH y CHMY), incluso a la de gasterópodos (G), que también se alimentan de algas, y que compiten también por este recurso con las tortugas.

En los modelos del grupo C (Anexo 6.3), a diferencia del ejemplo anterior, los elasmobranquios consumen peces herbívoros (PH), lo que provoca que cuando se están aprovechando los elasmobranquios, los herbívoros aumenten y, del mismo modo, la competencia con las tortugas por algas aumenta. Por otro lado, la pesca sobre peces carnívoros (PC) beneficia a los gasterópodos (G) y a los poliquetos (P), grupos de los que se alimenta regularmente la tortuga prieta.

El mecanismo que explica la respuesta de no cambio en las tortugas es similar cuando se consideran las demás alternativas de pesca simultánea (E/PH, CHMY/PC y CHMY/PH). El mecanismo que explica el aumento de la tortuga prieta ante la pesca simultánea de peces carnívoros y peces herbívoros (PC/PH) se muestra en los modelos del grupo B y C (Anexos 6.2 y 6.3).

Capítulo IV

8. Discusión

La CONANP, desde 1978 -cuando se estableció el ANP como Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratoria y de la Fauna Silvestre¹⁸-, y antes de la creación de la "Reserva de la Biosfera de BLA y los Canales de Ballenas y Salsipuedes", se ha encargado de la **protección y conservación** de las Grandes Islas del Golfo de California. Entre sus proyectos de desarrollo se encuentra la difusión y educación ambiental, así como el monitoreo y la investigación científica. Un grupo binacional de investigadores, administradores de recursos naturales y gente local realizan acciones conjuntas orientadas al manejo y **protección** de las islas. Estas acciones incluyen: señales en la pista común de aterrizaje y los sitios de campamento, definir y delimitar los senderos de caminata, así como diseñar un sistema de información, ofrecer orientación y registrar a los visitantes. El plan ha demostrado cómo la participación activa y el compromiso de una comunidad local pueden aumentar la **conservación** local de manera eficaz, a través de acciones de manejo sencillas y de bajo costo para la **conservación** de las islas¹⁹.

La CONANP, hasta entonces, sólo se encargaba de la parte "terrestre" de las islas, por lo que no se cuenta con evaluaciones del estado de **conservación** del área marina. No obstante, basados en entrevistas realizadas a los pescadores de la zona, es evidente la disminución de las principales pesquerías de la región en los últimos años (Fermín Smith, *com. pers.* 2005)²⁰. Los proyectos de **conservación** que se han realizado en la zona están orientados a la **protección** de especies marinas protegidas. Entre ellos se destaca 1) el Proyecto de Conservación del Tiburón Ballena; y 2) un Centro Tortuguero, el Campo Archelon, propiedad del INP, que realiza las actividades de educación ambiental, investigación y **protección** de las especies de tortugas marinas que habitan la comunidad de BLA, además de ofrecer la posibilidad de **protección** para

¹⁸ Su categoría fue modificada por *Área de Protección de Flora y Fauna* mediante Acuerdo Secretarial publicado el 7 de junio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación.

¹⁹ Información obtenida de la página <http://www.oceanoasis.org/conservation/study4-sp.html> del libro: Case, T.J., M.L.Cody, E. Ezcurra (eds.). 2002. *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*, Oxford University Press. New York, 699 pp.

²⁰ Smith, F. Smith, F. Integrante del Comité de Pescadores y de Pesca Deportiva y Ecoturismo de Bahía de los Ángeles.

las tortugas marinas que quedan enmalladas en las redes de los pescadores (Antonio Resendiz *com. pers.* 2005)²¹. Del mismo modo, existe gran participación de los pobladores de BLA, quienes han creado grupos como el Consejo Ciudadano por una Bahía de los Ángeles Limpia (COBALI), los Jóvenes Ambientalistas (JABA) y la Asociación de Pesca Deportiva y Ecoturismo, A.C., además de la participación de Asociaciones Civiles interesadas en BLA, como Proesteros, A.C., y el papel fundamental de PRONATURA Noroeste, como parte fundamental de la reciente creación del ANP. Este tipo de proyectos han demostrado beneficios para la población local y han sido elaborados con el fin de involucrar a la comunidad, para mantenerlos enterados del estado de **conservación** de los recursos naturales de su localidad.

Una de las preguntas que se hicieron desde que se comenzó a plantear la creación de la Reserva de la Biosfera en BLA (en 2001), fue la de conocer el beneficio de este proyecto para los residentes de BLA. La respuesta conlleva la promesa de la **protección** de los recursos naturales marinos que se aprovechan en el área, logrando que permanezcan en buen estado de **conservación** a lo largo del tiempo. Sin embargo, para lograr este objetivo es necesaria la elaboración de un Plan de Manejo, en el que se tome en cuenta, entre otras cosas, el estado y el comportamiento de la comunidad ante la recolección de los recursos que se aprovechan en este momento. Esto es, entender el funcionamiento del sistema a través del intercambio entre diferentes niveles tróficos y los efectos indirectos que el **aprovechamiento** de recursos ocasiona. Esta información permitiría proponer prácticas de manejo que consideren el sistema como un todo y que sirvan de complemento a las estrategias actuales de manejo de especies objetivo.

Los estudios realizados en BLA se han enfocado en análisis poblacionales o de manejo de algún recurso pesquero de importancia comercial y, hasta el momento, al igual que en muchas localidades costeras del país, el manejo de pesquerías se basa en especies objetivo, ignorando sus efectos en la **captura incidental** de especies de diferentes tallas, hábitats, depredadores y presas, así como el mantenimiento de las interacciones tróficas. Este tipo de manejo ha demostrado fallar en una de sus metas principales, el de la **sustentabilidad**, que indirectamente asegura el mantenimiento de las especies de interés comercial.

²¹ Resendiz, Antonio. Anterior dirigente del *Campo Archelon* en Bahía de los Ángeles, B.C.

El presente trabajo aborda la problemática pesquera de BLA como un sistema, que permite analizar los posibles efectos de los **disturbios** como la Pesca y la Cosecha de algas marinas, sobre los recursos pesqueros y especies protegidas. De entre las contribuciones de este trabajo de investigación se encuentra, además, una propuesta de manejo multiespecífico, basado en la **protección** de la tortuga prieta, que permite examinar el tipo de pesca simultánea que puede ser más recomendable para asegurar la **protección** de la tortuga prieta. Este es el primer trabajo de investigación en BLA que aborda la problemática de **conservación** de especies protegidas, asegurando el mantenimiento de las actividades pesqueras.

8.1 Sobre los Efectos Indirectos

Diferentes autores subrayan los efectos de las pesquerías sobre los hábitats explotados. La importancia de este tipo de impactos radica en el efecto que tiene la extracción de especies "no objetivo" y sus consecuencias directas e indirectas sobre los ecosistemas (Botsford *et al.* 1997; Myers & Worm, 2003). A este tipo de impactos Lewison *et al.* (2004b), les ha llamado "efectos de alto orden", debido a la complejidad para detectarlos. Debido a la dificultad de estudiar empíricamente todas las variables que forman parte de un sistema, la modelación es una herramienta muy útil que permite integrar diferentes grupos funcionales y entender la manera en que se relacionan. El presente trabajo permitió entender el funcionamiento de la comunidad de la tortuga prieta al analizar los efectos directos e indirectos que causa un **disturbio**, y cómo se propaga este impacto al resto de las variables del sistema. Por ejemplo, los modelos indican que a pesar de que una variable del sistema no sea afectada directamente por un **disturbio** (pesca), existen efectos indirectos que se transmiten a través de la red de interacciones, que causarán que ésta variable aumente, disminuya o permanezca en el mismo nivel poblacional. Estos efectos indirectos no pueden detectarse a simple vista cuando se trata de un sistema con muchas variables y con una alta conectividad.

La disminución de depredadores tope a nivel mundial es un tema controversial, puesto que hay quien asegura que existe confusión al momento de identificar especies, generando incertidumbre en el registro y provocando sesgos en los reportes. Este error en las estadísticas da lugar a que algunas especies sean catalogadas como amenazadas cuando quizá no lo están

(Burguess *et al.* 2005). Por ejemplo, en BLA la especie *Rhizoprionodon longurio* es un tiburón que es conocido por los nombres "bironcha" o "cazón", asimismo el "tiburón cazón" es reconocido también como especie del género *Mustelus*. A pesar de esta problemática, es un hecho que las poblaciones de algunas especies de tiburones están declinando a nivel mundial y las pesquerías de altura (pesca de camarón, atún) están ligadas a este decremento (Hinke *et al.* 2004; Burgess *et al.* 2005).

Los tiburones son capturados generalmente por palangre y, aunque este tipo de pesca no es analizado en el presente trabajo, en BLA es una actividad que se realiza frecuentemente como "pesa deportiva". En esta actividad se utiliza normalmente anzuelo y **curricán** para capturar algunas especies como el tiburón cazón (*Rhizoprionodon longurio*), tiburón cornuda (*Sphyrna lewinni*), tiburón martillo (*Sphyrna sp.*), tiburón purito y tiburón cazón o mamón (*Mustelus spp.*) (Bitácora del Comité de Pescadores de BLA, 2004-2005). El grupo de los elasmobranquios es el segundo en importancia a nivel comercial, pues contiene especies de gran interés económico, por lo que entender su comportamiento en el sistema ayudaría a proponer estrategias para su mantenimiento y **protección**.

Se sabe que **disturbios** que modifiquen la biomasa de los depredadores tope de un sistema, causarán cambios en los niveles intermedios de la cadena trófica (Hinke *et al.* 2004), no obstante, los modelos presentados en esta tesis indican que los tiburones sólo compiten con la pesca por los mismos recursos, es decir, tendría que haber una sobreexplotación de los recursos pesqueros para llegar a afectar al grupo de tiburones no comerciales. La diferencia radica en que Hinke *et al.* (*op. cit.*) utilizaron modelos cuantitativos (EwE) que contenían información de diferentes tipos de pesquerías, que les permitió analizar diferentes niveles del **disturbio**, debido a la exactitud que requieren sus variables. A pesar de las ventajas que puede ofrecer este tipo de modelación, sería difícil utilizarlo en BLA. Sin embargo, la información obtenida por Hinke *et al.* (*op. cit.*) se puede complementar con el tipo de modelos aquí presentados. A pesar de la falta de datos cuantificables, de acuerdo a entrevistas realizadas entre los pescadores ribereños de BLA, algunas especies de elasmobranquios están siendo encontradas como CI de peces carnívoros en la zona de BLA.

8.1.1 Tortuga marina.

La tortuga marina es una especie carismática y, debido a ello, su estudio ha recibido gran atención, por lo que encontrarla como una especie capturada incidentalmente en diferentes pesquerías alrededor del mundo sigue causando gran preocupación entre conservacionistas y ecólogos. Lutcavage *et al.* (1997), Oravetz (2000), Hays *et al.* (2003), Moncada-Gavilán *et al.* (2003) y Lewison *et al.* (2004a y b) sugieren que la disminución de poblaciones de tortuga marina se debe a la **captura incidental** provocada por diferentes pesquerías alrededor del mundo (camarón, atún y peces de aleta), esto debido en parte a que las tortugas migran en la zona pelágica donde son más vulnerables a la pesca incidental (Nichols, 2003).

A pesar de que en México las tortugas prietas muestran signos de recuperación (Anexo 2), en BLA no existen pruebas determinantes (hasta hace 2 años) del aumento en su biomasa (Seminoff, *com. pers.* 2007)²². El problema radica en la sobre explotación de especies comerciales y sus efectos indirectos en la cadena trófica, incluyendo la **captura incidental** de especies no objetivo, entre ellas la tortuga marina. Nuestros resultados sugieren que cuando la pesca incidental forma parte del sistema, un aumento en la tortuga prieta causará que disminuyan seis de ocho grupos del sistema. Debido a que la tortuga prieta está conectada directamente con la Pesca y los Tiburones no comerciales, ambos grupos aumentan al recuperarse las tortugas. Por el contrario, cuando la **captura incidental** es controlada y desaparece del sistema, la recuperación de la tortuga prieta tiene un efecto negativo sobre la pesca, causando que esta disminuya. Esto se debe a que la tortuga prieta afecta indirectamente los recursos que aprovecha la pesca (peces carnívoros y herbívoros), ya que éstos compiten con la tortuga por el mismo alimento (algas marinas, invertebrados).

La disminución de las poblaciones de tortuga prieta, causada por la pesca incidental, saqueo indiscriminado de la especie, captura ilegal o un evento natural, provocará que la mayoría de las variables resulten beneficiadas. El que la disminución de la tortuga prieta sea benéfica para el resto del sistema es un punto delicado si se trata de promover su **conservación**. Sin embargo,

²² Seminoff, Jeffrey A. Marine Turtle Research Program. NOAA - National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Center.

es importante mencionar que, debido a la falta de información relacionada con los principales depredadores de la tortuga de BLA, únicamente fueron incluidos los tiburones no comerciales (T) como sus depredadores. Algo interesante que surge del análisis de los modelos que no tienen **captura incidental**, es que el efecto de la pesca puede ser benéfico para la tortuga marina. Esto sucede cuando la pesca está capturando peces herbívoros (Grupo B), ya que sus poblaciones pueden aumentar o permanecer en el mismo nivel poblacional, sugiriendo que es posible combinar la pesca con la recuperación de la tortuga. Este resultado apoya fuertemente la necesidad de detener los efectos de la CI para permitir la coexistencia de la pesca con la recuperación de esta especie.

La generación de modelos alternativos permitió conocer bajo qué tipo de disturbios la estructura de la comunidad es un factor importante que determina la respuesta del sistema. Todos los modelos analizados sugieren que las tortugas tenderán a disminuir ante un disturbio que afecte positivamente a la mayoría de las variables del sistema, a excepción de las algas, cuyo aumento será favorable para las tortugas. Por el contrario, la respuesta de otros grupos, como los elasmobranchios comerciales (E) es variable y depende de la estructura de la comunidad. Estos resultados pueden guiar respuestas de investigación específicas para dar continuidad al estudio del sistema BLA, especialmente cuando el tiempo y los recursos son limitados y es necesario escoger una sola pregunta que ayude a conocer mejor el funcionamiento del sistema. Por ejemplo, los modelos cuyas respuestas presentan mayor variación se pueden utilizar para seleccionar las interacciones que dan lugar a esta variación entre modelos y por lo tanto la presencia o ausencia de estas interacciones se sugerirían como tema de investigación. En el caso de los elasmobranchios, la variabilidad en las respuestas sugiere promover investigaciones dirigidas al tipo de alimentación de estos grupos, con el fin de confirmar cual de las dos posibles respuestas es la predominante en el sistema.

8.1.2 Algas marinas.

De entre las especies de algas marinas que se conocen en el Golfo de California, existen 55 especies de importancia comercial (Pachecho-Ruiz & Zertuche-González, 1996). La especie *Gracilariopsis lemaneiformis* es la especie de algas rojas más comercializada en BLA. Su

máximo de biomasa ocurre en primavera, y cuando la temperatura del agua alcanza los 28°C en verano, pierde la mayor cantidad de biomasa. Este es el mismo caso de otras especies dominantes, como las algas verdes *Sargassum johnstonii* y *S. sinicola*, las algas pardas *Colpomenia sinuosa* y *Chondracanthus pectinatus* (Pacheco-Ruiz *et al.* 1999). Estos grupos compiten por espacio, y se reconoce que las algas verdes, especialmente *Ulva lactuca*, es una especie oportunista (Dawes, 1998). De hecho para BLA se reporta que anualmente la biomasa de *Gracilariopsis* es remplazada en un 30% por *Ulva lactuca* (Pacheco-Ruiz *et al.* 2003).

El ciclo que comprenden estas algas a lo largo del año es una buena justificación para aprovechar estos recursos. Sin embargo, el proceso de extracción implica remover especies de invertebrados y peces que dependen de ese hábitat, lo que provoca efectos indirectos que no han sido cuantificados (Pacheco-Ruiz *com. pers.* 2007)²³. Los modelos alternativos propuestos en este trabajo identifican tres grupos que se alimentan de las algas (tortugas marinas, peces herbívoros y gasterópodos) y por lo tanto compiten por el mismo recurso. Las predicciones sugieren que las algas aumentan ante el impacto de la pesca sobre los herbívoros, lo que permite suponer que la alta abundancia reportada en algunos trabajos pudiera ser artificial, provocada por la disminución de sus principales consumidores. De modo inverso, la recuperación de las especies herbívoras causaría que las algas disminuyeran, aumentando así la competencia entre los herbívoros y la cosecha de algas. Thayer *et al.* (1984) han realizado estudios en grandes herbívoros marinos, y reconocen que, al tener un consumo diferencial en cantidad, especie y digestibilidad, cada especie altera de manera diferente la estructura y función de la comunidad de algas, permitiendo su coexistencia (Bjorndal, 1985; Moran & Bjorndal, 2005). Si cada una de estas poblaciones estuviera en su nivel poblacional máximo u original (por ejemplo, se calcula que la cantidad de tortugas hace tres décadas se contaba en miles), al llegar el verano, ¿quedaría suficiente biomasa de algas como para que pueda ser explotada comercialmente? Tomando en cuenta que las tortugas prietas consumen principalmente *G. lemaneiformis*, una de las especies de alga roja con importancia comercial (Seminoff *et al.* 2002a). Este tipo de preguntas podrían ser contestadas mediante el monitoreo de la **zona núcleo**, en donde, al

²³ Pacheco-Ruiz, Isai. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC.

desaparecer la explotación de especies herbívoras, se esperaría que aumentaran sus poblaciones.

La producción primaria de organismos no planctónicos proviene de las macroalgas, mangle y pastos marinos, que contribuyen con el 10% de la producción primaria a nivel global (Jennings *et al.* 2001). El número de especies que se alimentan de ellos es pequeño y, sin embargo, el número de individuos que dependen de él es mucho mayor (Thayer *et al.* 1984; Jennings *et al.* 2001), incluyendo vertebrados e invertebrados. La cosecha de algas rojas en BLA es un **disturbio** antropogénico irregular, pero su remoción promueve una serie de cambios importantes dentro del ecosistema, según lo sugieren los modelos aquí presentados.

La distribución y abundancia de la productividad primaria no fitoplanctónica -como las macroalgas-, son controladas por un efecto **bottom-up** a través de los nutrientes (Iverson, 1990; Ware & Thomson, 2005; Halpern *et al.* 2006), mientras que el mantenimiento y **conservación** de las comunidades de macroalgas es controlado por efectos **top-down**, aunque esto puede variar entre sistemas de comunidades de macroalgas (Estes *et al.* 1998; Halpern *et al.* 2006). En éste trabajo se observa que el cambio en la biomasa de las algas, provocado por el **disturbio** Cosecha, es el único impacto que causa que el resto de las especies se comporten de manera uniforme, es decir, su respuesta es similar en todos los modelos. Del mismo modo, la respuesta de las algas también es uniforme ante un **disturbio** que provoque un cambio en el resto de las variables. Esta respuesta del sistema sugiere que en BLA los procesos **bottom-up** pudieran ser independientes de la estructura de la comunidad. Por el contrario, observamos que los procesos **top-down** dependen de la estructura, ya que la respuesta de los depredadores ante un **disturbio** fue variable y estuvo asociada a las diferentes interacciones propuestas en cada grupo de modelos.

8.2 Sobre el Manejo Multiespecífico de la tortuga prieta como propuesta para su protección

Las estrategias de manejo de pesquerías que se han utilizado hasta ahora están enfocadas hacia el **aprovechamiento** y recuperación de las especies objetivo, provocando que no siempre

se cumpla la meta de **sustentabilidad** implícita en las definiciones de manejo. Esto se ha comprobado a través del manejo adaptativo en diferentes pesquerías alrededor del mundo, llegando a la conclusión de que es necesario involucrar conocimientos del ecosistema para controlar los efectos indirectos que no se detectan durante el estudio poblacional de las especies objetivo. Es por ello que este trabajo plantea una alternativa de manejo multiespecífico, basada en conocer el funcionamiento de la comunidad de la tortuga prieta, con la finalidad de combinar el uso racional de los recursos explotados con la **conservación** de especies en estatus de **protección**.

Son muy pocos los estudios que abordan la problemática del manejo multiespecífico como estrategia de **aprovechamiento** y **conservación** de los recursos. Pikitch et al. (2004) proponen el modelo EBFM (Ecosystem-based fishery management), que se basa en el estudio del ecosistema a través del conocimiento previamente generado o conocimiento local (empírico), que ayude a entender los efectos indirectos que la pesca produce sobre el sistema e indirectamente, sustentar la pesquería de las especies objetivo. Jennings et al. (2001) proponen modelos ecosistémicos que se basan en la dinámica entre depredadores, presas y competidores. Botsford et al. (1997) integran las interacciones multiespecíficas con el ambiente físico, y sugieren la necesidad de proponer y llevar a cabo **conservación** de procesos. Existe una incorporación actual de la idea de ecosistema donde Díaz-Pineda & Schmitz (2003) integran este concepto con el de **conservación**, afirmando que no hay **protección** de especies ni de lugares, sino más bien conservación de procesos de interacción, es decir, de ecosistemas.

La mayoría de estos autores subrayan el efecto de las pesquerías en el ecosistema marino, resultados que han obtenido a través de analizar las consecuencias de los efectos indirectos en el sistema. El análisis de los efectos indirectos a partir de la incorporación de Loop Analysis en el estudio de la comunidad de la tortuga prieta en BLA, expone una herramienta más para observar su comportamiento ante diferentes escenarios de pesca. Los procesos de interacción son los más difíciles de estudiar (Lewison, 2004b), debido a su naturaleza imperceptible y no inmediata. Sin embargo, los resultados que ofrecen las tablas de "suma de efectos" sugieren que pueden encontrarse alternativas de pesca que, a su vez, promuevan la **conservación** de la especie a través de un manejo multiespecífico.

El análisis multiespecífico que se exploró utilizando Loop Analysis, permitió encontrar la combinación de recursos que pueden ser explotados simultáneamente con la finalidad de promover la recuperación o **conservación** de la tortuga prieta. Los resultados sugieren que cuando se pescan al mismo tiempo peces carnívoros y peces herbívoros, tenderán a aumentar las poblaciones de tortuga. Este resultado es alentador, ya que sugiere que debido a los efectos indirectos del sistema, sería posible aprovechar los recursos, a la vez que se protege a las tortugas. Sin embargo, el principal conflicto entre esta pesquería y la **protección** de las tortugas es el tipo de arte de pesca utilizado (redes) que causa la CI. Para que la captura simultánea de peces carnívoros y peces herbívoros sea benéfica para la tortuga marina, es necesario que desaparezca la **captura incidental**. Otra combinación interesante que sugieren los modelos para conservar la tortuga es la pesca de peces herbívoros, con la consecuente pesca incidental sobre tortugas. Bajo este escenario, la disminución de tortuga prieta, causada por la pesca incidental, sería amortiguada por el aumento en la disponibilidad de alimento (algas) al disminuir los peces herbívoros. Esta alternativa es congruente con lo que está sucediendo en BLA (CI de tortuga prieta, por el uso de redes de **trasmallo**). Sin embargo, para que esta respuesta del sistema funcione, sería estrictamente necesario evitar la pesca de peces carnívoros.

Del mismo modo, la pesca de peces carnívoros y CI de tortuga prieta también promueve la **conservación** de tortugas, aunque el mecanismo es diferente al anterior. En este caso, la disminución de tortugas causada por la CI se amortigua a través de los tiburones no comerciales que, al disminuir los peces carnívoros, disminuyen en biomasa, lo que beneficia a sus presas (tortuga prieta). Además la disminución de peces carnívoros promueve la disminución de la competencia por alimento (gasterópodos y poliquetos) entre las tortugas y los peces carnívoros. Al igual que el caso anterior, sería estrictamente necesario no permitir la pesca de peces herbívoros, esto es, no prohibirla en su totalidad, sino plantear un manejo por temporadas (por ejemplo, anuales para permitir la completa recuperación de especies, y en el caso de los carnívoros, el grupo, se podría dividir en dos, dependiendo de la importancia comercial), esto debe aplicarse en ambos casos (PH/CHMY y PC/CHMY), al estar latente la inminente CI que conlleva la pesquería de estos dos recursos.

Algunas combinaciones de explotación que no serían benéficas para las tortugas, involucran la pesca de elasmobranquios comerciales (mantarayas y tiburones de los géneros *Mustelus sp.* y *Sphyrna sp.*), junto con la CI de tortuga. Una combinación factible que no afectaría a las tortugas cuando se pescan elasmobranquios, es combinar esta pesquería con la explotación de peces herbívoros. De nuevo, es importante resaltar que estas condiciones sólo se dan si la CI desaparece del sistema.

Es importante mencionar que este tipo de análisis fue dirigido especialmente para promover la **conservación** de la tortuga prieta. No obstante, es importante explorar esta metodología del manejo multiespecífico para valorar si esta estrategia de manejo funciona para conservar, o aumentar, el nivel poblacional de especies de interés comercial, o para proteger a otros grupos.

8.3 Sobre los Métodos de Pesca y la Protección de Especies

En la sección anterior se sugiere un manejo multiespecífico de las pesquerías que podría proporcionar un beneficio a las poblaciones de tortuga marina. Sin embargo, todas las opciones presentan un conflicto latente con la CI. Aunque en BLA se está incrementando el uso de trampas –que puede significar un beneficio directo para la tortuga prieta-, existe aún entre los pescadores el uso de redes que complica un manejo adecuado.

Las investigaciones para reducir la **captura incidental** comenzaron hace 20 años aproximadamente y, entre los métodos de **conservación** propuestos, está el Dispositivo Excluidor de Tortugas Marinas (TED, por sus siglas en inglés), que no sólo ha sido efectivo para reducir la captura de tortugas marinas, sino también de cetáceos, tiburones y rayas (Jennings, 2001). Sin embargo, este tipo de propuestas de **conservación** han demostrado ser ineficaces (Botsford *et al.* 1997) debido a que han sido implementadas dentro de los planes de manejo poblacional, sin considerar su aplicación dentro de un manejo a nivel ecosistema (Pikitch *et al.* 2004).

Jennings *et al.* (2001) proponen aumentar la luz de malla de las redes para reducir la mortalidad en las pesquerías, lo que permite que los juveniles puedan escapar. Este método fue estudiado en el Mar del Norte mediante experimentación. Se compararon las predicciones de los

estudios de manejo de especies objetivo y manejo multiespecífico, utilizando los pronósticos a largo plazo en flotas que se dedican a capturar diferentes especies en esta zona. Estos resultados son sorprendentes, pues sugieren respuestas totalmente opuestas. En el estudio de manejo de especies objetivo, el aumentar la luz de malla de las redes causó que tres especies de interés económico aumentarían; por el contrario, las predicciones considerando el manejo multiespecífico sugirieron una disminución de estas mismas especies. La clave estuvo en las relaciones depredador-presa, que sugieren que al aumentar el tamaño de la luz de malla, los depredadores de estas especies de interés económico, no quedarían atrapados, causando una mayor depredación sobre los juveniles.

El uso de mallas rígidas, junto con las restricciones en el tamaño de la luz de malla, son técnicas de **conservación** propuestas por Jennings *et al.* (2001). Las mallas rígidas desvían a los organismos fuera de las redes o los estimula para escapar. El tamaño de la luz de malla ha demostrado ser adecuado para la **protección** de poblaciones de juveniles, es decir, captura únicamente individuos maduros, dejando escapar las tallas que no implican beneficios económicos. La desventaja de esta práctica es que aumenta la captura de esas especies de vertebrados no objetivo, ya que las mallas de nylon son invisibles dentro del agua. Hinke *et al.* (2004), sugieren que combinar los tipos de arte de pesca pueden obtener resultados intermedios, que evite los efectos aditivos que incrementan la mortalidad de especies no objetivo. Una alternativa es el uso de redes de colores oscuros o fluorescentes, así como la instalación de aparatos que emiten sonidos en diferentes frecuencias. Estas técnicas han evitado la CI de mamíferos marinos (Jennings *et al.* 2001) y son recomendables para evitar la captura de tortugas marinas (Seminoff *com. pers.* 2007)²⁴.

La propuesta obvia para la reducción de especies por CI sugerida por manejadores a nivel internacional, es simplemente reducir el esfuerzo pesquero (Jennings, 2001). Sin embargo, esta es una propuesta que resulta poco satisfactoria a las personas que viven de los recursos del mar. Otra propuesta que esta tomando fuerza, es la de desarrollar el **ecoturismo** en las zonas rurales, que, basado en experiencias como la observación de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en BLA,

²⁴ Seminoff, Jeffrey A. Marine Turtle Research Program. NOAA - National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Center.

han mostrado una importante disminución de la actividad pesquera (Vaca-Rodríguez, *com. pers.* 2007)²⁵. El ecoturismo orientado a la observación de tortuga marina en la zona, a través de salidas con equipo de buceo a sus sitios de alimentación, sería una alternativa viable que ha funcionado en otros lugares.

8.4 Sobre la Creación de la Reserva de BLA

Algunos pescadores, como los integrantes de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera de México (CANAINPESCA), piensan que proteger un área es prohibir su uso y evitar la comercialización de sus recursos, idea que esta fundamentada en las con otras ANP's en México, en donde en las **zonas** designadas como **núcleo** se prohíbe la pesca. Estos pescadores consideran que lo que debería hacerse es seguir la tendencia mundial de proponer un plan de manejo individual para cada pesquería²⁶, propuesta que no ha funcionado para asegurar la **sustentabilidad** del sistema (Botsford *et al.* 1997; Jennings *et al.* 2001).

Las zonas "núcleo" son áreas de **protección** donde está prohibida la actividad pesquera y son conocidas también por las siglas NTZ (No-take zone, por sus siglas en inglés). A pesar de la controversia de su creación, han demostrado tener un importante papel en el establecimiento de ANP's. Micheli *et al.* (2004a) han contrastado los efectos de las NTZ sobre el manejo de pesquerías tradicionales, demostrando que las NTZ promueven aumentos en biomasa y tamaños de las especies explotadas que se encuentran dentro de estas zonas, además de que los niveles tróficos más altos se ven altamente beneficiados. Los autores hacen énfasis en que la reestructuración de comunidades enteras puede llegar a ocurrir en espacios de tiempo muy largos, inclusive décadas, dependiendo de la historia de vida de cada especie.

En este contexto, el plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera de BLA (responsabilidad de SEMARNAT), debe integrar áreas de regulación pesquera o zonas núcleo que, a pesar del

²⁵ Juan Guillermo Vaca Rodríguez. Facultad de Ciencias Marinas, UABC y Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines.

²⁶ Nota del Periódico El Vigía del 15 de mayo 2007: <http://elactuariodelmundo.blogspot.com/2007/05/industriales-pesqueros-codician-bahia.html>

desacuerdo de la Industria Pesquera, en BLA cuenta con la aprobación de los pescadores ribereños, siempre y cuando no se prohíba la pesca total en las zonas de amortiguamiento.

Los modelos de la Comunidad Biológica propuestos en este trabajo son útiles para explicar el comportamiento del sistema sin la Pesca como un impacto permanente, siendo propuestas que representarían las comunidades de la **zona núcleo** de la reserva. La comparación de los modelos con pesca y sin pesca analizados en éste trabajo, permite sugerir que la respuesta de ambos sistemas ante impactos naturales será diferente en la **zona núcleo** y en las zonas explotadas. Debido a que no sería posible validar todos los modelos propuestos, las diferencias encontradas permitirían guiar algunas preguntas de investigación que ayuden a resolver discrepancias entre los modelos analizados. Entonces, la pregunta se debe enfocar a verificar si la estructura de la comunidad que sugiere respuestas diferentes es la que prevalece ó es poco probable que ocurra. Micheli *et al.* (2004b) evalúan los efectos de la creación de reservas marinas incluyendo un análisis de efectos indirectos. Sin embargo, analizan únicamente un sistema depredador-presa, en donde incluyen un gran número de parámetros que serían difíciles de obtener en un modelo más complicado y para las localidades como BLA, en donde la información a nivel ecosistema es escasa. Ante esta problemática de falta de información en BLA, la utilización de modelos que no requieren gran cantidad de información cuantitativa, como es el caso de Loop Analysis, resulta de suma utilidad para entender el funcionamiento de un sistema.

9. Conclusiones Generales

- i. La aplicación de Loop Analysis demostró ser una herramienta efectiva para entender el funcionamiento de la comunidad de BLA. El análisis cualitativo mostró ser especialmente útil para estudiar sistemas en donde no existe suficiente información para aplicar modelos cuantitativos que requieren un gran número de parámetros.
- ii. Los modelos alternativos presentados en este trabajo son una simplificación del ecosistema marino de BLA, y presentan sugerencias de comportamiento de las variables ante disturbios reales de la población pesquera.
- iii. Aunado a los efectos directos de la pesca sobre las especies objetivo, los efectos indirectos son también un factor de riesgo que es importante considerar en los planes de manejo y conservación de especies protegidas, como las tortugas y mamíferos marinos.
- iv. A pesar de que los modelos alternativos fueron creados con información general de todos los campos pesqueros que existen en BLA con datos de los años 2004-2005, y por lo tanto incluyen la variabilidad del sistema, la respuesta de la tortuga prieta mostró respuestas uniformes, sugiriendo que la respuesta de esta especie ante un disturbio dado, no depende de la estructura del sistema.
- v. Los modelos sugieren que la pesca y la conservación pueden coexistir en BLA, siempre que exista un aprovechamiento racional de los recursos y la captura incidental se controle en su totalidad.
- vi. El concepto de "suma de efectos" es una propuesta novedosa en la toma de decisiones de manejo multiespecífico, ya que permite analizar la respuesta de una variable ante el efecto simultáneo de dos disturbios, así como proponer estrategias de manejo basadas en el ecosistema.
- vii. Una de las limitantes del análisis multiespecífico presentado en esta tesis, es que únicamente se analizó efecto de la pesca simultánea sobre la tortuga prieta. Para que las estrategias sugeridas en este análisis sean aplicables dentro de un plan de manejo, es necesario que se realice el mismo análisis con el resto de los grupos. Esto

Septiembre 2007

- permitiría conocer si las propuestas de manejo multiespecífico sugeridas para la tortuga prieta se aplican a la mayoría de los grupos del sistema.
- viii. Es necesario continuar con las investigaciones que permitan conocer las interacciones de las especies claves del sistema, específicamente aquellas relaciones que permitan acotar el número de modelos alternativos que representan al zona y por lo tanto disminuir la variabilidad en las respuestas.

10. Literatura Citada

- Aguilar-Castro, N.A. 2003. Ecología Trófica de Juveniles del Tiburón Martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) en el Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar CICIMAR-IPN. La Paz, BCS. 113 pp.
- Allen, G.R. & D.R. Robertson. 1994. Fishers of the Tropical Eastern Pacific. University of Hawaii Press. Honolulu.
- Alvarado, J., & A. Figueroa. 1987. The ecological recovery of sea turtles of Michoacan, Mexico. Special attention: the black turtle, *Chelonia agassizii*. Final Report 1989-1990 submitted to U.S.F.W.S. & W.W.F.- U.S. 46 pp.
- Alvarado, J., & A. Figueroa. 1990. The ecological recovery of sea turtles of Michoacan, Mexico. Special attention: the black turtle, *Chelonia agassizii*. Final Report 1989-1990 submitted to U.S.F.W.S. & W.W.F.- U.S. 97 pp.
- Alvarado, J., A. Figueroa & H. Gallardo, 1985. Ecología y conservación de las tortugas marinas de Michoacán, México. Cuadernos de Investigación, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México (4): 44 pp.
- Anislado-Tolentino, V. 2000. Ecología Pesquera del Tiburón Martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, (1834) en el Litoral del Estado de Michoacán, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 145 pp.
- Aurioles-Gamboa, D., F. García-Rodríguez, M. Ramírez-Rodríguez, C. Hernández-Camacho. 2003. Interacción entre el lobo marino de California y la pesquería artesanal en la Bahía de la Paz, Golfo de California, México. Ciencias Marinas (2003), 29(3): 357–370
- Aurioles-Gamboa, D. & C. Hernández-Camacho. 2003. Enmalle de lobos marinos y la pesquería artesanal en la región central del Golfo de California. VIII Reunión Internacional para el Estudio de Mamíferos Marinos. Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina A.C. Bahía de Banderas, Nayarit, México. 33 pp.

- Avilés-Quevedo & Castelló-Orvay, 2004. Manual para el cultivo de *Seriola lalandi* (Pisces, Carangidae) en Baja California Sur, México. SAGARPA-INP. 64 pp.
- Balestra A.D., A. Fallabrino, R. Forselledo, V. Quirici. 2003. Incidental capture of loggerhead (*Caretta caretta*) and leatherback (*Dermochelys coriacea*) sea turtles in the Uruguayan long-line fishery in the southwest Atlantic Ocean. 9 p. En: Seminoff, J.A. compilador. Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, 308 pp.
- Barile P., B. E. Lapointea & T.R. Capob. 2004. Dietary nitrogen availability in macroalgae enhances growth of the sea hare *Aplysia californica* (Opisthobranchia: Anaspidea). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 303: 65-78.
- Barnes, R.S.K., P. Calow, P.J.W. Olive, D.W. Golding, J.I. Spicer. 2001. The invertebrates. A synthesis. 3er. Ed. Blackwell Publishing. 497 pp.
- Bergquist, P.R. 2001. The Porifera. 10-27 p. En: D.T. Anderson, Editor. Invertebrate Zoology. Oxford University press. 476 pp.
- Bjorndal, K.A. 1985. Nutritional Ecology of Sea Turtles. Copeia: 736-751.
- Bjorndal, K.A. 2000. Prioridades para la Investigación en Hábitats de Alimentación. 13-15 pp. En: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (Editores). 2000. (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación No. 4.
- Bjorndal, K.A. & A.B. Bolten. 2003. From Ghosts to key species: Restoring sea turtle populations to fulfill their ecological roles. Marine Turtle Newsletter 100:16-21.
- Bodini, A. 1998. Representing ecosystem structure through signed digraphs. Model reconstruction, qualitative predictions and management: the case of a freshwater ecosystem. Oikos 83: 96-106.
- Botsford, L.W, J.C. Castilla, C. H. Peterson. 1997. The Management of Fisheries and Marine Ecosystems. Science 277:509-515.

- Bouchard, S.S. & K.A. Bjorndal. 2000. Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial systems. Ecology 81(8):2305-2313.
- Bowen, B.W., A.B. Meylan, J.P. Ross, C.J. Limpus, G.H. Balazs & J.C. Avise. 1992. Global population structure and natural history of the green turtle (*Chelonia mydas*) in terms of matriarchal phylogeny. Evolution 46(4):865-881.
- Dutton, P. McDonald, D. 1992. Tagging study of sea turtles in San Diego Bay, 1990-1991. En: Salmon, M., Wyneken, J. (Compiladores). Proceedings of the Eleventh Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFEC-302.; 1992, p. 35-38
- Breese, D., & B.R. Tershy, 1993. Relative abundance of cetacean in the canal de ballenas, Gul of California. Marine Mammal Science, 9(3):319-324
- Briones-Ávila E., Fuentes-Mata P., Fernández-Méndez J.I. 2000. Lisa del Pacífico *Mugil cephalus* y *M. curema*. En: Cisneros Mata, L.F. Beléndez Moreno, E. Zárate Becerra, M.T. Gaspar Dillanes, L. del C. López González, C. Saucedo Ruíz, J. Tovar Avila. (eds.). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000. Instituto Nacional de la Pesca-SEMARNAP. Versión Digital [CD]. 275-294 pp.
- Brunner, R.D. & T.W. Clark. 1997. A Practice-Based Approach to Ecosystem Management. Conservation Biology(11):48-58.
- Brusca R.C. & G.J. Brusca. 2003. Invertebrates. Segunda Edición. Editorial Sinauer Associates, Inc. 936 pp.
- Cabrera Chávez-Costa, A.A. 2000. Determinación de los hábitos alimenticios durante las estaciones primavera y verano de *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Nasolamia velox* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) a partir del Análisis de su contenido estomacal en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 63 pp.
- Caldwell, D.K. 1963. The sea turtle fishery of Baja California, Mexico. Los Angeles County Museum. 140-151 pp.

- Carrasco-Águila M.A., R. Márquez, J. Alvarado, C. Delgado. 2000. Tortuga prieta. En: Cisneros Mata, L.F. Beléndez Moreno, E. Zárate Becerra, M.T. Gaspar Dillanes, L. del C. López González, C. Saucedo Ruíz, J. Tovar Avila. (eds.). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000. Instituto Nacional de la Pesca-SEMARNAP. Versión Digital [CD]. 1023-1038 pp.
- Castilla, J.C. 2001. Human impacts on Marine Ecosystems. Encyclopedia of Biodiversity 4: 27-36.
- Castillo, A. 2003. Comunicación para el manejo de ecosistemas. En: Tópicos en Educación Ambiental 3(9): 58-71
- Committee on the Applications of Ecological Theory to Environmental Problems. Borrada on Basic Biology. Commission on Life Sciences. National Research Council. 1986. Ecological Knowledge and Environmental Problem-Solving. Concepts and case studies. National Academy Press, Washington, D.C. 388 pp.
- Christensen, N.L., A.M. Bartuska, J.H. Brown, S. Carpenter, C. D'Antonio, R. Francis, J.F. Franklin, J.A. MacMahon, R.F. Noss, D.J. Parsons, C.H. Peterson, M.G. Turner, & R.G. Woodmansee. 1996. The report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. *Ecological Applications* 6(3): 665- 691.
- Christensen, V. & D. Pauly. 1993. On steady-state modelling of ecosystems. p. 14-19. En: V. Christensen & D. Pauly (eds.) Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM. Conf. Proc. 26. 390 p.
- Christensen, V., C.J. Walters. 2004. Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. Elsevier Science. *Ecological Modeling* 172:1-31.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2005. Estudio previo justificativo para el establecimiento de la "Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes". México, D.F., 152 pp. + 6 anexos. [Disponible en línea, fecha de consulta: Marzo 2007]: <http://www.cofemermir.gob.mx/uploadtests/10771.66.59.84.EPJ-BLA-020605.pdf>

- Compagno, L.J.V., 1984. FAO Species Catalogue Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. FAO Fisheries Synopsis 125(4) Parte 1 y 2, 655 p.
- Cox, S. P., T.E. Essington, J.F. Kitchell, S.J.D. Martell, C.J. Walters, C. Boggs, I. Kaplan. 2002. Reconstructing ecosystem dynamics in the central Pacific Ocean, 1952-1998. II. A Preliminary assessment of the trophic impacts of fishing and effects on tuna dynamics. Can J. Fish. Aquat. Sci. 59: 1736-1747.
- Crowder L. 2000. Leatherback's survival will depend on an international effort. Nature 405:881.
- Cruz-Romero M, E. Espino-Barr, P. del Monte-Luna, A. García-Boa, A. Ayala-Cortés, J.J. González-Ruiz, S. Sánchez-González. 2000. Huachinango del Pacífico *Lutjanus peru*. En: Cisneros Mata, L.F. Beléndez Moreno, E. Zárate Becerra, M.T. Gaspar Dillanes, L. del C. López González, C. Saucedo Ruiz, J. Tovar Avila. (eds.). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000. Instituto Nacional de la Pesca-SEMARNAP. Versión Digital [CD]. 295-326 pp.
- Cudney, B.R., B.P.J. Turk. 1998. Pescando entre mareas del Alto Golfo de California. Una guía sobre la pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos. Sonora, México. 166 p.
- Dambacher, J.M. 2001. Qualitative Analysis of the Community Matrix. Tesis de Doctorado en Filosofía en Ciencias Pesqueras. Oregon State University. 117 p. [Disponible en línea, fecha de consulta: Diciembre 2005]: <http://www.ent.orst.edu/loop/download.aspx>
- Danemann, G.D. 2002. Participación local en la Administración Pesquera. Un Análisis de Políticas Públicas y Sistemas de Actividades Humanas, Enfocado al caso de Bahía de los Ángeles, B.C. Tesis de Doctorado en Ciencias. Facultad de Ciencias Marinas-Instituto de Investigaciones Oceanológicas. UABC. Ensenada, Baja California. 240 p.
- Dawes, C.J. 1998. Marine Botany. 2ª edición. Universidad del Sur de Florida, Tampa, Florida, John Wiley & Sons Inc. 480 p.

- Domínguez, P., G. Glaxiola Cortés, C. Rosas Vázquez. 2004. Alimentación y Nutrición de Moluscos Cefalópodos: Avances Recientes y Perspectivas Futuras. En: Cruz Suárez, L.E., Ricque Marie, D., Nieto López, M.G., Villarreal, D., Scholz, U. y González, M. 2004. Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. 16-19 Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora, México.
- D.O.F. Diario Oficial de la Federación. 2007. Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de reserva de la biósfera, la zona marina conocida como Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y Salsipuedes. 5 de junio 2007.
- D.O.F. Diario Oficial de la Federación. 2004. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas. 28 de diciembre del 2004.
- D.O.F. Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Poder Ejecutivo Federal. SEMARNAT. 6 de marzo del 2002.
- D.O.F. Diario Oficial de la Federación. 1990. Acuerdo por el que se establece la veda para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las costas del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. México Distrito Federal. 28 de Mayo 1990.
- Eckert S.A., L. Sarti. 1997. Distant fisheries implicated in the loss of the world's largest leatherback nesting population. Marine Turtle Newsletter 78:2-7.
- Emmel, T.C. 1987. Ecología y Biología de Poblaciones. Nueva editorial Interamericana. México, D.F. 182 p.
- Epperly S.P., M.L. Snover, L.B. Crowder. 2003. Impacts of pelagic longline fishery on Atlantic loggerhead sea turtles. 10 pp. En: Seminoff, J.A. compilador. 2003. Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, 308 p.

- Escobar-Sánchez, O. 2004. Hábitos alimentarios del Tiburón Ángel *Squatina californica* (Ayres, 1859) en el Suroeste del Golfo de California, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR-IPN. La Paz, BCS. 99 p.
- Espinoza-Tenorio, A. 2005. Modelo cualitativo de indicadores ambientales para el análisis de escenarios pesqueros: caso de estudio el Norte del Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias Marinas-Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC. Ensenada, BC, México. 180 p.
- Estes, J.A., M.T. Tinker, T.M. Williams, D.F. Doak. 1998. Killer Whale Predation on Sea Otters Linking Oceanic and Nearshore Ecosystems. Science 282: 473-476.
- García-Rodríguez, F.J. & D. Aurióles-Gamboa. 2000. Consumo del lobo marino de California en el Norte del Golfo de California. XXV Reunión Internacional para el Estudio de Mamíferos Marinos. Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina, A.C. La Paz, Baja California Sur, México.
- García-Rodríguez, F.J. & D. Aurióles-Gamboa. 2004. Spatial and temporal variation in the diet of the California sea lion *Zalophus Californianus* in the Gulf of California. Fishery Bulletin. 102: 47-62.
- Gardner, S.C., W.J. Nichols. 2001. Assessment of sea turtle mortality rates in Bahía Magdalena región, Baja California Sur, Mexico. Chelonian Conservation Biology 4:197-199.
- Gillari, A.N. 2006. Diccionario Ecológico. Multimedios Ambiente Ecológico - MAE, Editores. 1996-2006. ISSN 1668-3358. [Disponible en línea, fecha de consulta: Enero 2007]: www.ambiente-ecológico.com
- Green D. & F. Ortiz-Crespo. 1982. Status of Sea Turtle Populations in the Central Eastern Pacific. En: Karen A. Bjorndal (editor). Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press, Washington DC. 221-233.
- González-Cano J., G.V. Ríos-Lara, C.E. Zetina-Mogel, A. Ramírez-Estévez, P. Arceo-Briceño, C. Aguilar-Cardoso, K. Cervera-Cervera, J. Bello-Pineda, I. Martínez, D. de Anda-Fuentes, M.T. Coba-Ríos. 2000. Langosta espinosa del caribe *Planulirus argus*. 2000. En:

- Cisneros Mata, L.F. Beléndez Moreno, E. Zárate Becerra, M.T. Gaspar Dillanes, L. del C. López González, C. Saucedo Ruíz, J. Tovar Avila. (eds.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000*. Instituto Nacional de la Pesca-SEMARNAP. Versión Digital [CD]. 631-654 pp.
- Guerrero-Ruiz, M., D. Gendron, J. Urbán R. 1998. Distribution, Movements and Communities of Killer Whales (*Orcinus orca*) in the Gulf of California, Mexico. Report of the International Whaling Commission. 48: 537-543.
- Guerrero-Ruiz, M. 1997. Conocimiento actual de la orca *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758) en el Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar CICIMAR-IPN. La Paz, BCS. 59 p.
- Halpern, B.S., K. Cottenie, B. R. Broitman. 2006. Strong top-down control in southern California kelp forest ecosystems. Science 312: 1230-1232.
- Harwell, M.A., V. Myers, T. Young, A. Bartuska, N. Gassman, J.H. Gentile, C.C. Harwell, S. Appelbaum, J. Barko, B. Causey, C. Johnson, A. McLean, R. Smola, P. Templet & S. Tosini. 1999. A framework for an ecosystem integrity report card. BioScience, 49 (7): 543-556.
- Hays, G.C., A.C. Broderick, B.J. Godley, P. Luschi, & W.J. Nichols. 2003. Satellite telemetry suggests high levels of fishing-induced mortality in marine turtles. Marine Ecology Progress Series 262:305-309.
- Healy, J.M. 2001. The Mollusca. 120-171 p. En: D.T. Anderson, Editor. Invertebrate Zoology. Oxford University press. 476 pp.
- Hinke, J.T., I.C. Kaplan, K. Aydin, G.M. Watters, R.J. Olson y J.F. Kitchell. 2004. Visualizing the food-web effects of fishing for tunas in the Pacific Ocean. Ecology and Society 9(1): 10 [Disponible en línea, fecha de consulta: Mayo 2005]: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art10>
- Iverson, R.L. 1990. Control of marine fish production. Limnology Oceanography. 35(7): 1593-1604

- Jennings S., M.J. Kaiser, J.D. Reynolds. 2001. Marine Fisheries Ecology. Blackwell Science. Oxford, Inglaterra. 417 p.
- Lewison R.L., S.A. Freeman, L.B. Crowder. 2004a. Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles. Ecology Letters 7: 221-231.
- Lewison R.L., L.B. Crowder, A.J. Read, S.A. Freeman. 2004b. Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. Trends in Ecology and Evolution 19(11): 598-604. [Disponible en línea, fecha de consulta: Octubre, 2005]: http://web.gc.cuny.edu/eeb/academics/articles/Lewison_et_al.pdf
- Lezama, C., P. Miller, A. Fallabrino, V. Quirici, M. Noel Carraccio, D. Pérez-Etcheverry & M. Ríos. 2001. Captura incidental de tortugas marinas por la flota pesquera artesanal en Uruguay. C.I.D. Proyecto Karumbé, Tortugas Marinas del Uruguay. J. Paullier 1198/101, Montevideo, Uruguay. [Disponible en línea, fecha de consulta: Octubre 2005]: <http://www.freplata.org/documentos/archivos/Documentos FREPLATA/Captura incidental to rtugas marinas Uruguay VJCM.pdf>
- Li H. W. & P.B. Moyle,. 1981. Ecological Analysis of Species Introductions into Aquatic Systems. 1981. American Fisheries Society 110: 772-782
- Loiselle, S., G.M. Carpaneto, V. Hull, T. Waller, C. Rossi. 2000. Feedback analysis in reserve management: studying local myths using qualitative models. Ecological Modelling 129: 25-37
- López-Mendilaharsu, M., S.C. Gardner, J.A. Seminoff. 2003. Feeding ecology of the East Pacific Green Turtle (*Chelonia mydas agassizii*) in Bahía Magdalena, B.C.S., Mexico. En: Seminoff, J.A. compilador. 2003. Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, 308 p.
- López-Mendilaharsu, M., S.C. Gardner, J.A. Seminoff, R. Riosmena-Rodríguez. 2005. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of the

Baja California peninsula, México. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 15:259-269

- Lutcavage, M.E., P. Plotkin, B. Witherington, P.L. Lutz. 1997. Human impacts on sea turtles on sea turtles survival. En: Lutz P.L. Musick J.A. (eds.) The biology of sea turtles. CRC Press, Boca Raton, FL. 387-409 p. Página 1 en Hays, G.C., A.C. Broderick, B.J. Godley, P. Luschi, W.J. Nichols. 2003. Satellite telemetry suggests high levels of fishing-induced mortality in marine turtles. Marine Ecology Progress Series 262:305-309.
- Márquez-Farías F. 2000. Tiburones del Golfo de California. En: Cisneros Mata, L.F. Beléndez Moreno, E. Zárate Becerra, M.T. Gaspar Dillanes, L. del C. López González, C. Saucedo Ruiz, J. Tovar Avila. (eds.). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000. Instituto Nacional de la Pesca-SEMARNAP. Versión Digital [CD]. 97-118 pp.
- Márquez, R. 1990. Sea turtles of the world. An Annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Species Catalogue, FAO Fish. Synop. 11(125):1-81.
- Márquez, R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica. México.
- [Disponible en línea, fecha de consulta: Septiembre 2005]:
<http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/144/html/tortugas.htm>
- Márquez, R., A. Villanueva. 1988. Investigaciones sobre las tortugas marinas del Golfo y Caribe mexicanos. Los recursos pesqueros del País. 313-328 pp.
- Mellink, E. & A.L. Romero-Saavedra. 2005. Dieta del lobo marino de California, *Zalophus californianus* Lesson, 1828, en la Isla San Jorge, en el norte del Golfo de California, México, 1998–1999. Ciencias Marinas 31(2): 369–377
- Méndez-Loeza, I. 2004. Hábitos alimentarios de los cazones *Mustelus californicus* y *Mustelus lunulatus* (Triakidae) en el Alto Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UABC. 60 pp.

- Meylan A.B. & P.A. Meylan. 2000. Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas. 3-5 pp. En: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (Editores). 2000. (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación No. 4.
- Micheli, F., B.X. Halpern, L.W. Botsford & R.R. Warner. 2004a. Trajectories and correlates of community change in no-take marine reserves. Ecological Applications, 14(6): 1709-1723
- Micheli, F., P. Amarasekare, J. Bascompte & L.R. Gerber. 2004b. Including species interactions in the design and evaluation of marine reserves: some insights from a predator-prey model. Bulletin of Marine Science, 74(3): 653-669
- Moncada-Gavilán, F.G., L. Font, E. Morales, E. Escobar, G. Nodarse, S. Valle, J. García, A. Meneses. 2003. Bycatch of marine turtles in Cuban shelf-waters. 8-9 pp. En: Seminoff, J.A. compilador. 2003. Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, 308 p.
- Montaño-Moctezuma, G., H.W. Li, P.A. Rossignol. 2007 Alternative community structures in a kelp-urchin community: a qualitative modelling approach. Ecological Modelling. 205 (3-4): 343-354
- Montaño-Moctezuma, G. & S. Heppell. 2003. Application of Loop Analysis to examine the role of alternative community structures in determining steller sea lion population changes. Marine Science in the Northeast Pacific: Science for Resource Dependent Communities. Joint Scientific Symposium. Anchorage, Alaska, E.U.A.
- Montaño-Moctezuma, G. 2002. Sea Urchin-Kelp Forest Communities in Marine Reserves and Areas of Exploitation: Community Interactions, Populations, and Metapopulation Analyses. PhD. Dissertation, Oregon State University, OR.
- Morales-Bojórquez E, A. Hernández-Herrera, M.O. Nevárez-Martínez, G.I. Rivera-Parra, A. Balmori-Ramírez, C. Cervantes-Valle, E. Miranda-Mier. 2000. Calamar Gigante

- Dosidiscus gigas*. En: Cisneros Mata, L.F. Beléndez Moreno, E. Zárate Becerra, M.T. Gaspar Dillanes, L. del C. López González, C. Saucedo Ruíz, J. Tovar Avila. (eds.). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000. Instituto Nacional de la Pesca-SEMARNAP. Versión Digital [CD]. 97-118 pp.
- Moran K.L. & K.A. Bjorndal. 2005. Simulated green turtle grazing affects structure and productivity of seagrass pastures. Marine Ecology Progress Series 305: 235-247.
- Myers, R.A. & B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. Nature 423: 280-283.
- Nabhan, G.P. 2003. *Chelonia mydas*. En: Singing the Turtles to Sea. The Comcáac (Seri) Art and Science of Reptiles. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London. 234-246 pp.
- National Research Council (U.S.) 1990. Decline of the Sea Turtles. Causes and Prevention. J.J. Magnuson, K.A. Bjorndal, W.D. DuPaul, G.L. Gram., D.W. Owens, C.H. Peterson, P.C.H. Pritchard, J.I. Richardson, G.E. Saul, C.W. West. Committee of sea turtles conservation. Washington, D.C. 259 pp.
- Nichols, W.J., Seminoff, J.A. 1996. Tortugas en el Mar de Cortés ¿Dónde están? Noticias de Centro de Estudios de Desiertos y Océanos 4(24): 15-16
- Nichols, W.J. 2003. Reconnecting the Eastern Pacific Ocean: long distance movements of the black turtle. 75-76 p. En: Seminoff, J.A. compilador. Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, 308 pp.
- NMFS & USFWS. National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service. 1998. Recovery Plan for U.S. Pacific Populations of the East Pacific Green Turtle (*Chelonia mydas*). National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD. 50 p.
- Odum, E.P. 1999. Ecología: El Vínculo entre las Ciencias Naturales y las Sociales. Universidad de Georgia. Compañía Editorial Continental, S.A de C.V. México. 295 p.

- Oñate, J.G., D. Pereira, F. Suárez, J.J. Cachón. 2002. La evaluación de políticas, planes y programas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.
- Oravetz, C.A. 2000. Reducción de la Captura Incidental en Pesquerías. En: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (Editores). 2000. (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación No. 4. 217-222 pp.
- Pacheco-Ruiz, I. & J.A. Zertuche-González. 2002. Red Algae (Rhodophyta) from Bahía de los Angeles, Gulf of California, Mexico. Botánica Marina Vol. 45: 465-470.
- Pacheco-Ruiz, I., J.A. Zertuche-González & A. Chee-Barragán. 2003. Commercial harvesting of Gracilariopsis lemaneiformis (Rhodophyta) in the Gulf of California, México. Proceedings of the XVII International Seaweed Symposium. Cape Town, South Africa. Enero 2001. 101-105
- Pacheco-Ruiz, I., J.A. Zertuche-González, F. Correa-Díaz, F. Arellano-Carbajal & A. Chee-Barragán. 1999. Gracilariopsis lemaneiformis beds along the best coast of the Gulf of California, Mexico. Hydrobiología 398/399: 509-514 pp.
- Pennings S. 1990. Size-related shifts in herbivory specialization in the sea hare Aplysia californica. Cooper. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 142: 43-61
- Pianka, E.R. 1988. Evolutionary Ecology. Harper Collins Publishers. New York, USA. 468 pp.
- Pikitch, E.K., C. Santora, E.A. Babcock, A. Bakum, R. Bonfil, D.O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E.D. Houde, J. Link, P.A. Livingston, M. Mangel, M.K. McAllister, J. Pope, K.J. Sainsbury. 2004. Ecosystem-Based Fishery Management. Science 305:346-347.
- Puccia, C.J. & R. Levins. 1985. Qualitative models of complex Systems. Harvard University Press, Cambridge. M.A. 259 p.
- Pritchard, P.C.H., 1997. Evolution, phylogeny, and current status. En: Lutz, P.L. & J.A. Musick (Eds.). The Biology of Sea Turtles. Marine Science Series. USA. 1:1-28.

- Pritchard, P.C.H. 2004. Condición Global de las Tortugas Marinas: Un Análisis. Convención interamericana para la protección y conservación de las tortugas marinas. 17 pp.
- Pritchard, P.C.H. & J.A. Mortimer. 1999. Taxonomía, Morfología externa e Identificación de las Especies. En: K. L. Eckert, K. A. Bjørndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (Editores). 2000. (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación No. 4.
- Rowe, J.S. 1992. The Ecosystem Approach to Forestland Management. Forestry Chronicle (68):222-224.
- Sarmiento F.O. 2001. Diccionario de Ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Ediciones Abya-Yala, Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA. [Primera edición digital de Diccionario de Ecología, a cargo de José Luis Gómez-Martínez y autorizada para proyecto Ensayo Hispánico, Octubre 2001]. ISBN 0-9763880-0-6. [Disponible en línea, fecha de consulta: Enero 2007]: <http://www.ensayistas.org/critica/ecologia/diccionario/>
- Schinkel, M.S. 2004. Hábitos alimentarios del rorcual común (*Balaenoptera physalus*) en el Golfo de California mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno y carbono. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar CICIMAR-IPN. La Paz, BCS. 64 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1999. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. INE, INP, PROFEPA, Subsecretaría de Recursos Naturales, Subsecretaría de Pesca. México. 87 pp.
- Seminoff, J.A., A. Resendiz, W.J. Nichols. 2002a. Diet of East Pacific Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Central Gulf of California, México. Journal of Herpetology 36 (3): 447-453.

- Seminoff, J.A., A. Resendiz, W.J. Nichols, T.T. Jones. 2002b. Growth rates of wild green turtles (*Chelonia mydas*) at a temperate foraging habitat in the Gulf of California, México. Copeia 2002:610-617
- Seminoff, J.A., J. Alvarado, C. Delgado, J.L. López, G. Hoeffler. 2002c. First direct evidence of migration by an East Pacific green seaturtle from Michoacán, México, to a foraging ground on the Sonoran Coast of the Gulf of California. Southwestern Naturalist 47:314-316
- Seminoff, J.A., T.T. Jones, & G.J. Marshall. 2006. Using integrated video-time-depth recorders to link green turtle dive patterns with underwater behaviors. Marine Ecology Progress Series.
- Shepherd, T.D. & R.A. Myers. 2005. Direct and indirect fishery effects on small coastal elasmobranchs in the northern Gulf of Mexico. Ecology Letters 8:1095-1104.
- Smilä, T. & F. Ugarte. 1993. Surface and underwater observations of cooperatively feeding killer whales on Northern Norway. Canadian Journal of Zoology 71:1494-1499.
- SPC. Secretariat of the Pacific Community. 2005. Tuna Fisheries and their impacts in the Western and Central Pacific Ocean. [Disponible en línea, fecha de consulta: Agosto 2005]: <http://www.spc.int/artImpact%20of%20tuna%20fisheries.htm>
- Spotila J.R., Reina R.D. Steyermark A.C. Plotkin P.T., Paladino F.V. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. Nature 405: 529-530.
- Stancyk, S.E. 1982. Non human predators of sea turtles and their control. En: Karen A. Bjorndal (editor). Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press, Washington DC. 139-152.
- Thayer G.W., K.A. Bjorndal, J. C. Ogden, S.L. Williams, J.C. Zieman. 1984. Role of larger herbivores in seagrass communities. Estuaries 7(4A): 351-376
- Thayer G.W., D.W. Engel, K.A. Bjorndal. 1982. Evidende for short-circuiting of the detritus cycle of seagrass beds by the green turtle, *Chelonia mydas* L. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 62: 173-183.

- Tershy, B.R. 1992. Body size, diet, habitat use, and social behavior of *Balaenoptera* whales in the Gulf of California. Journal of Mammalogy. 73(3): 477-486.
- Tershy, B.R., D. Breese, C.S. Strong. 1990. Abundance, Seasonal Distribution and Population Composition of Balaenopterid Whales in the Canal de Ballenas, Gulf of California, Mexico. International Whaling Commission Report. 12:369-375
- Turner, M.G., R.H. Gardner & R.V. O'Neill. 2001. Landscape Ecology in Theory and Practice. Editorial Springer U.S. 401 p.
- UNF (United Nations Foundation). 2005. Environmental impacts of fisheries. Farman T, S. García (editores). [Disponible en línea, fecha de consulta: Octubre 2005]: <http://www.oceansatlas.org/servlet/CDSServlet?status=ND0xMjl3MyY2PWVuJjMzPSomMzc9a29z>
- Urbán, R. J. & R.S. Flores. 1996. A note on Bryde's Whales (*Balaenoptera edeni*) in the Gulf of California, Mexico. Report of the International Whaling Commission. 46: 453-457.
- Valdez-Ornelas, V.M., O. Aburto-Oropeza, E. Torreblanca-Ramírez, G.D. Danemann, R. Vidal-Talamantes. En prensa. Recursos pesqueros de Bahía de los Ángeles. En: Bahía de los Ángeles: Recursos Naturales y Comunidad. PRONATURA, SDNKM, INE-México, D.F.
- Villanueva, A., 1981. Hábitos reproductivos de la tortuga prieta, *Chelonia agassizii* (Bocourt, 1868), en la costa de Michoacán. Chelonologica 2(2):67-77.
- Villavicencio-Garáyzar, C.J. 1999. Áreas de crianza de tiburones en el Golfo de California. UABCS. 121 p.
- Ville, C. 1995. Biología. 7° edición Mc Graw-Hill Interamericana México. 875 pp
- Ware, D.M. & R.E. Thomson. 2005. Bottom-up Ecosystem Trophic Dynamics Determine Fish Production in the Northeast Pacific. Science 308: 1280-1284.
- Waterloo Maple inc. 1998. Maple V. Version 5.00.
- Westfahl, P., Heath, Z. y C. Woodrow. 2002. PowerPlay Digraph Editor. Version 2.0. GNU General Public License (GPL).

11. Anexos

Anexo 1. Ubicación taxonómica, clasificación y distribución de las especies y subespecies de tortuga marina

(Adaptado y modificado de INE-SEMARNAT, 1999 y Márquez, 1996).

Clase	Orden	Suborden	Familia	Género	Especie	Subespecie	Nombre común	Distribución
Reptiles	Testunides	Criptodira	Cheloniidae	<i>Caretta</i>	<i>caretta</i>	<i>caretta</i>	caguama	Golfo y Caribe
					<i>caretta</i>	<i>gigas</i>	perica, jabalina*	Pacífico
					<i>mydas</i>	<i>mydas</i>	blanca o verde	Golfo y Caribe
				<i>Chelonia</i>	<i>mydas</i>	<i>agassizii</i>	prieta, frijolillo*, negra	Pacífico
					<i>imbricata</i>	<i>imbricata</i>	carey	Golfo y Caribe
				<i>Eretmochelys</i>	<i>imbricata</i>	<i>bissa</i>	carey	Pacífico
					<i>kempii</i>		lora	Golfo y Caribe
			<i>Lepidochelys</i>	<i>olivacea</i>			golfinia	Pacífico
				<i>Natator</i>	<i>depressus</i>		Kikila	Norte de Australia (endémica+)
			Dermochelyidae	<i>Dermochelys</i>	<i>coriacea</i>	<i>schlegelii</i>	tinglada, laúd	Pacífico
					<i>coriacea</i>	<i>coriacea</i>	laúd	Golfo y Caribe

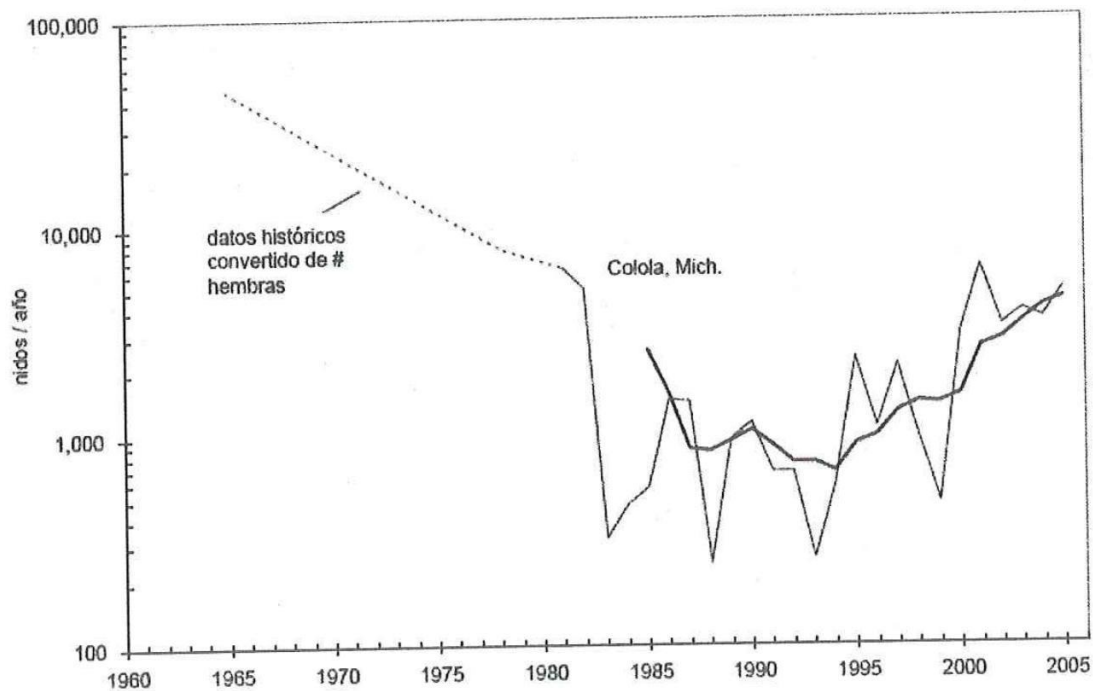
*Nombres comunes que han sido aportados de los pescadores de BLA, B.C.

+ Meylan & Meylan (2000).

Septiembre 2007

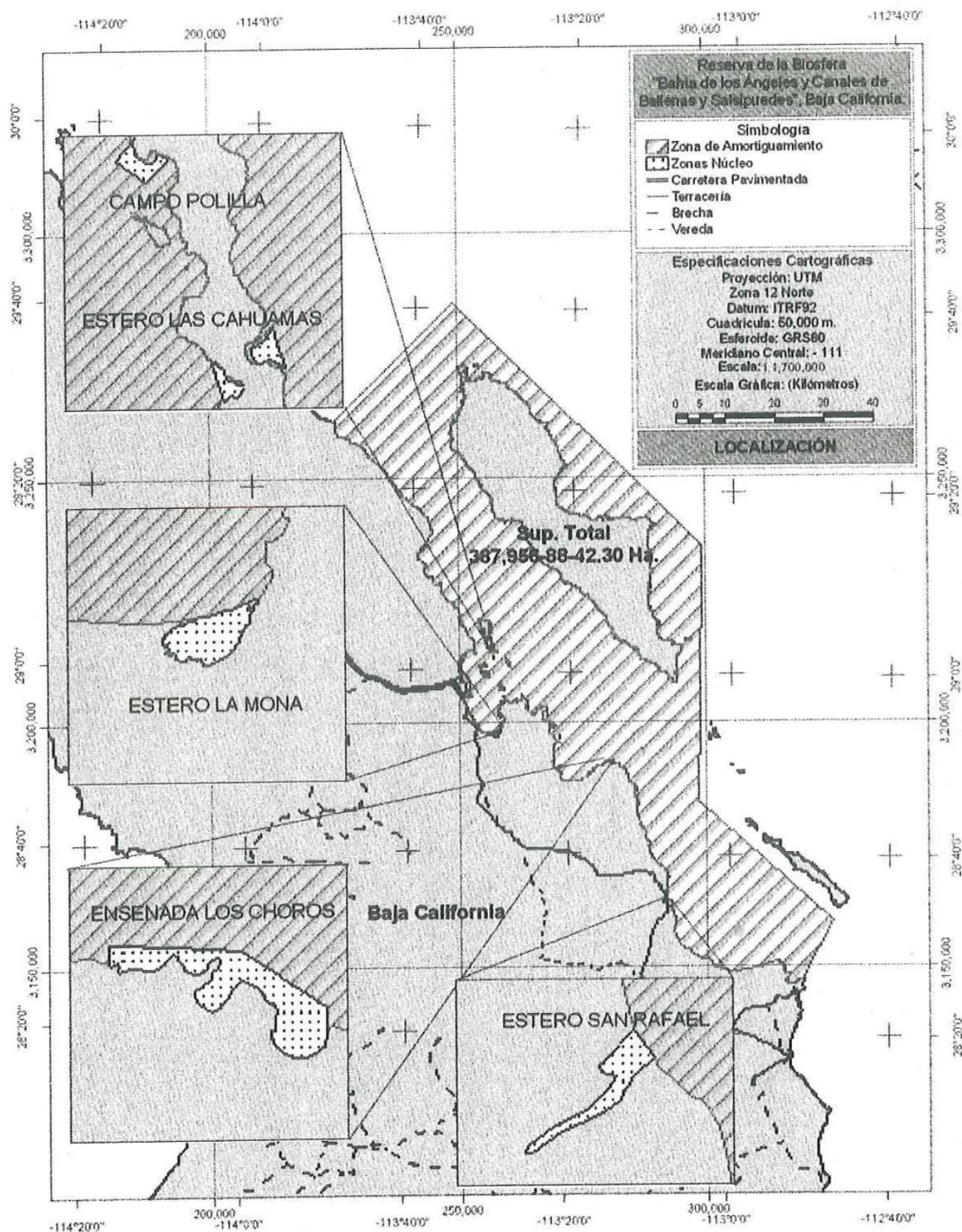
Anexo 2. Gráfica de la tendencia del incremento en el número de anidaciones de *Chelonia mydas agassizii* en la playa de Colola, Michoacán

(Proporcionado por Alberto Abreu, UNAM, Unidad Mazatlán.)



Septiembre 2007

Anexo 3. Plano de ubicación de la Reserva de la Biosfera "Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes", Baja California. D.O.F. 2007.



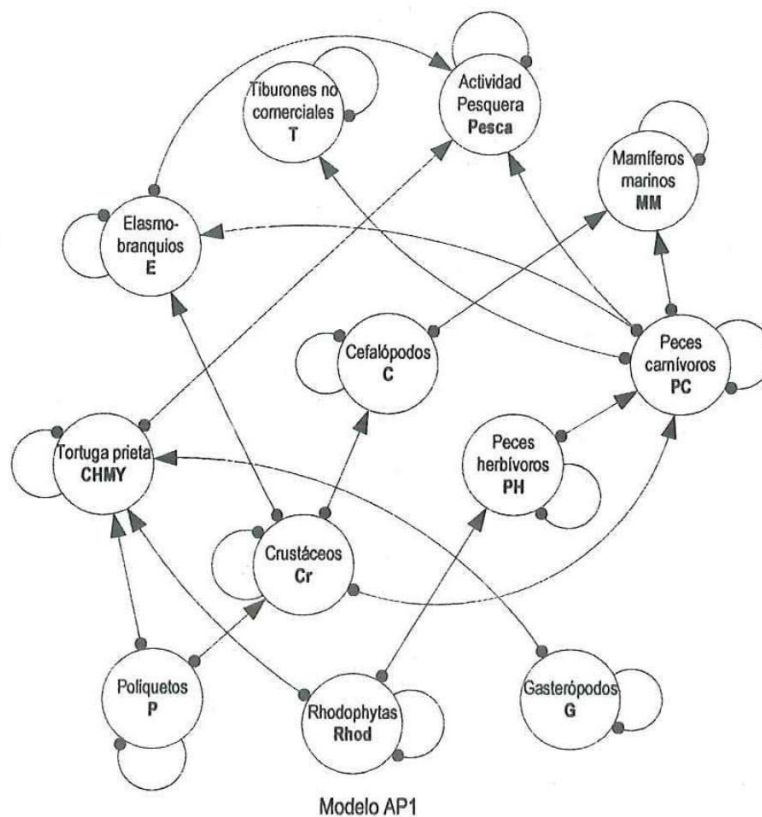
Anexo 4. Cuestionario a Pescadores y Personajes Clave en BLA.

Las entrevistas fueron hechas en dos secciones, la primera parte se realizó con pescadores tomados al azar a lo largo del poblado de BLA, y ellos mismos me iban recomendando personas accesibles para platicar. La segunda parte se realizó al "Comité de Pescadores y de Pesca Deportiva y Ecoturismo de BLA" en una siguiente visita. Además, se le realizaron las mismas preguntas a personajes clave de BLA, como Antonio Resendiz, Fermín Smith y personal de PRONATURA-Noroeste.

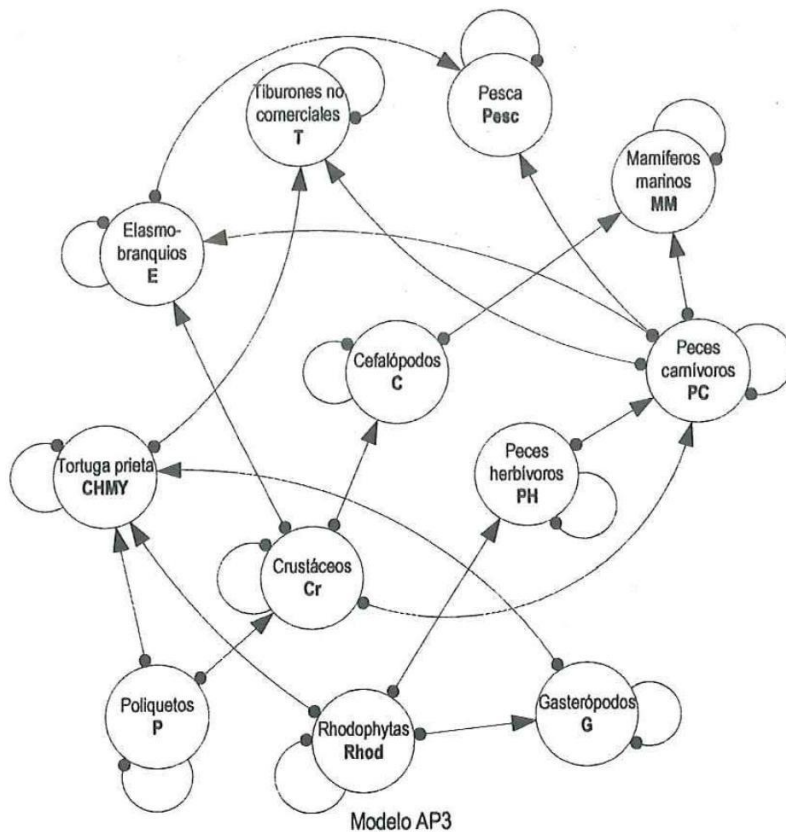
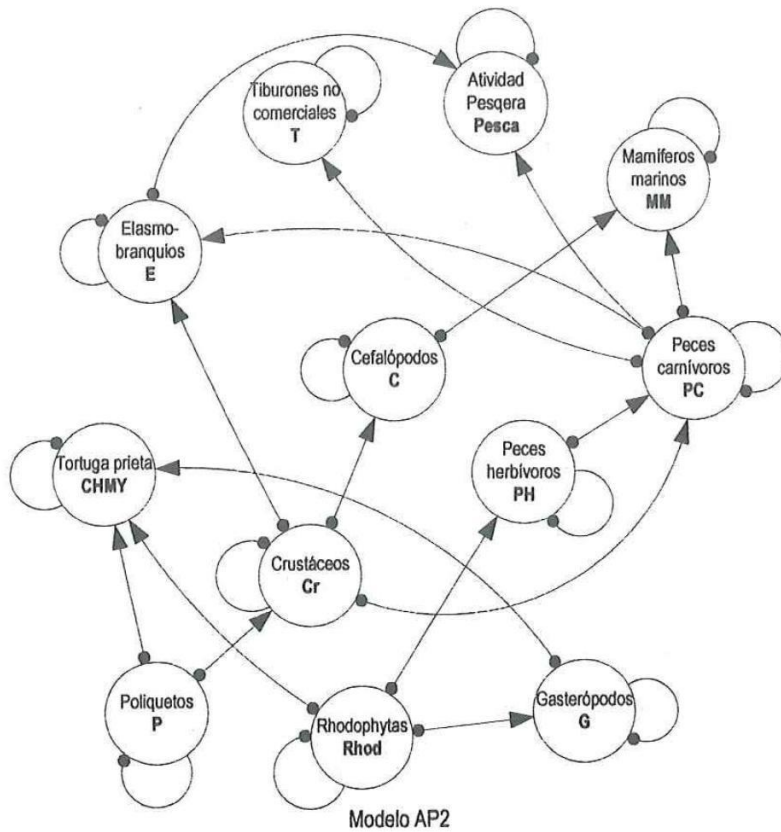
1. Nombre completo y Oficio.
2. ¿Es permisionario? ¿De que recursos?
3. ¿Existe algún problema relacionado con la pesca en BLA? ¿A que cree que se deba?
4. Tipo de Arte de pesca
5. Tipo de material de sus redes (filamento, seda, hilo de altamar)
6. Si utiliza red de trasmallo ¿Cuánto tiempo deja expuesta su red? ¿De qué depende?
7. Luz de malla que regularmente usa, dependiendo de la especie objetivo. ¿Qué especies son de su mayor interés? ¿Qué mas captura con este arte de pesca?
8. ¿Utiliza trampas? ¿Qué especies pesca con este método?
9. Lugares que visita frecuentemente. ¿Cuándo?
10. ¿Qué tan frecuente sale a pescar? (diario, 3 veces por semana)
11. ¿Qué más atrapa cuando va por una especie objetivo? ¿Cuáles son las más frecuentes?
12. ¿Especies de tortuga que comúnmente quedan atrapadas en sus redes?
13. ¿Con qué especie es más fácil encontrarla?
14. ¿De que tamaño (por peso, largo) han sido las especies de tortuga que han encontrado (aproximadamente)?
15. ¿Qué tiburones ves regularmente en la zona? ¿Cuándo?
16. ¿Qué otras especies ves regularmente cuando sales a pescar cerca de las islas? ¿Cuándo?
17. ¿Alguien que puedas recomendarme para platicar?

Anexo 5. Diagramas de signos de la comunidad biológico-pesquera

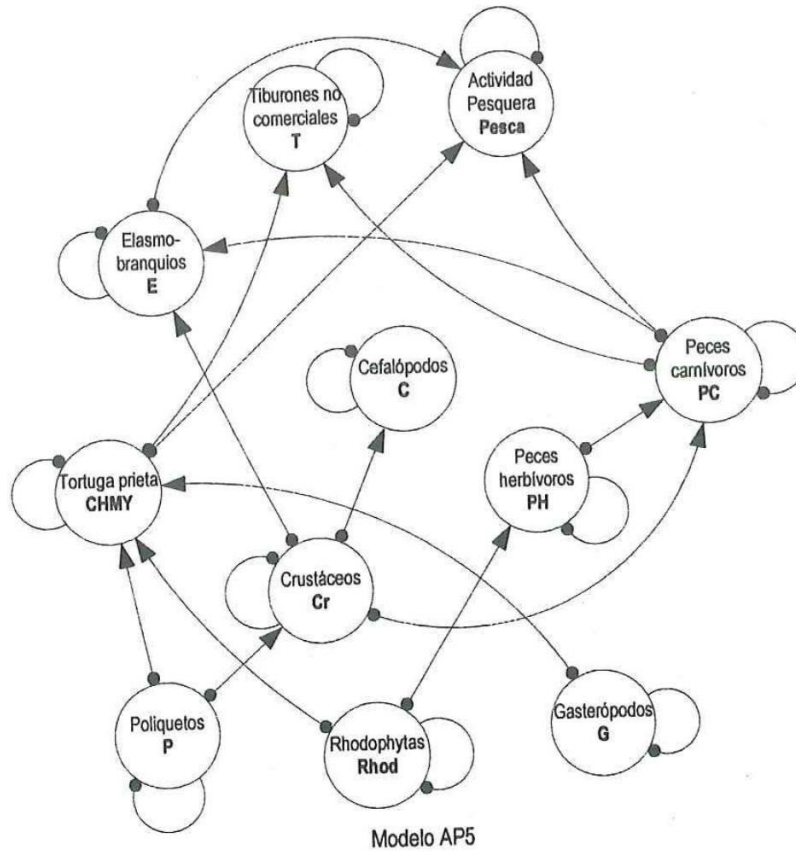
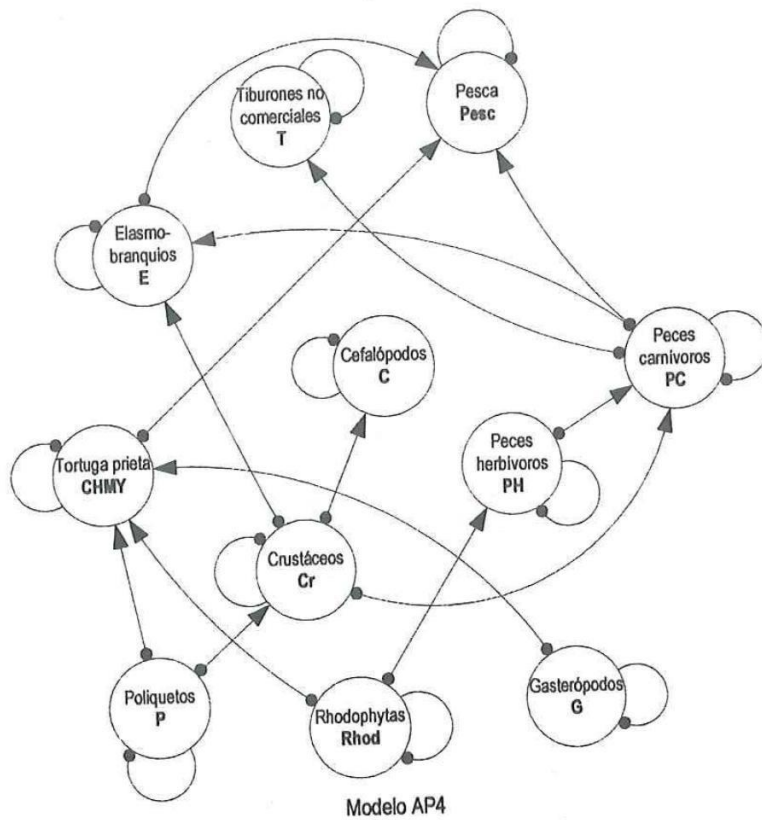
5.1 Modelos de la comunidad biológico-pesquera de BLA (Grupo AP), donde se consideró el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables.



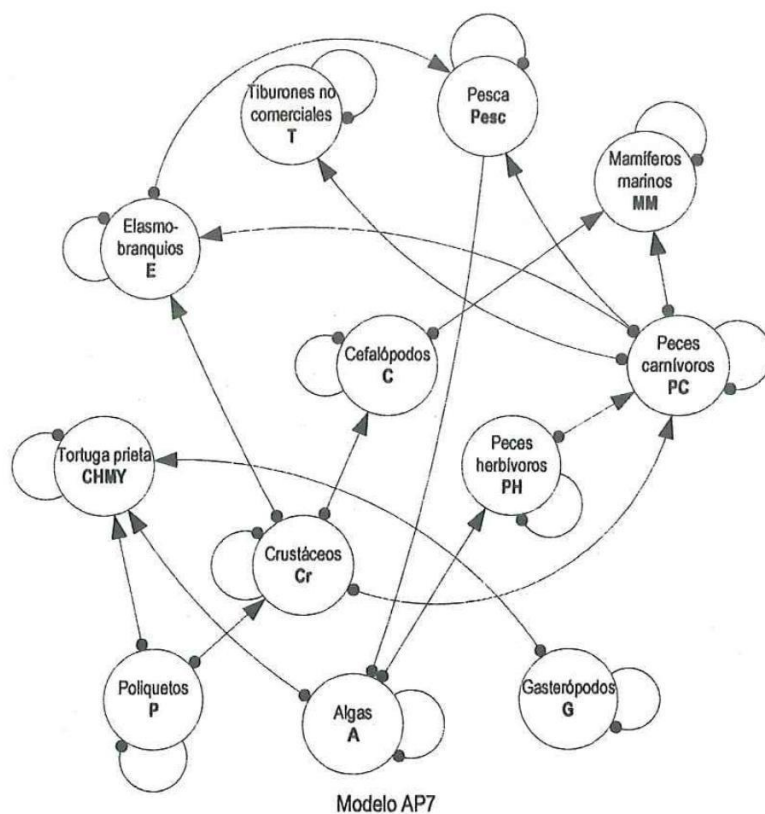
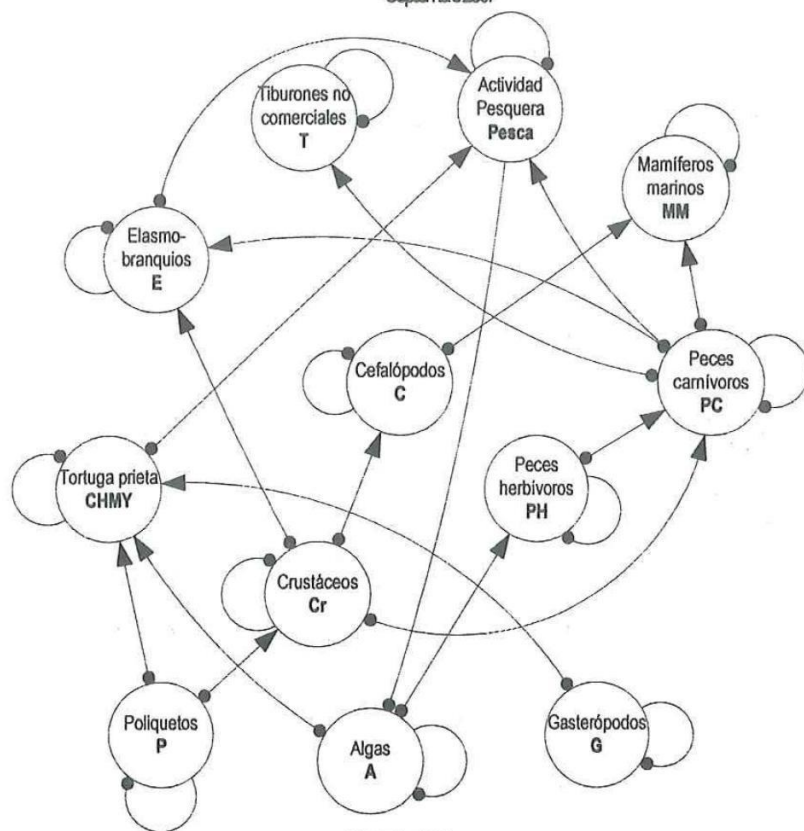
Septiembre 2007



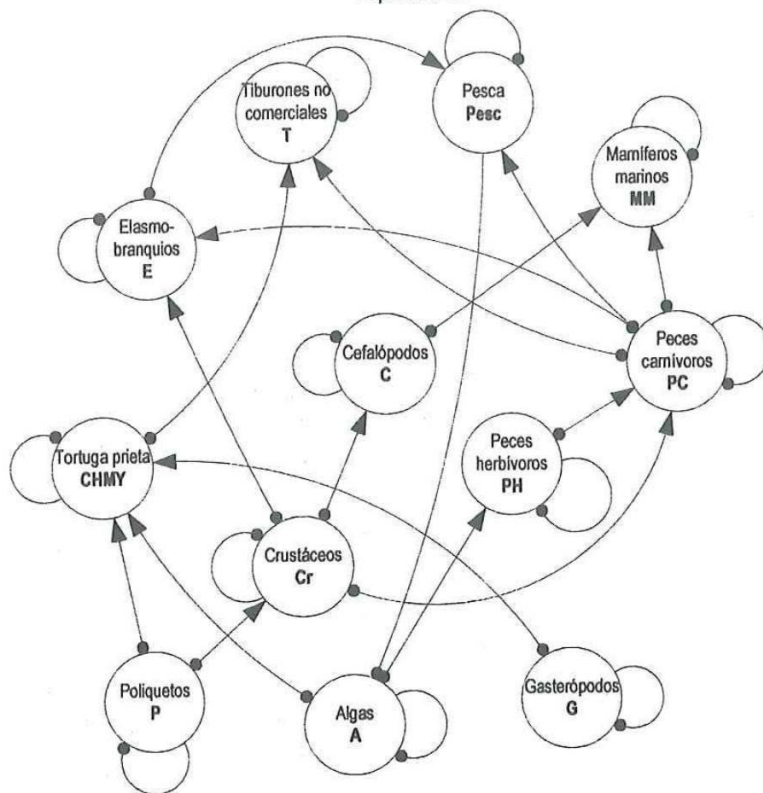
Septiembre 2007



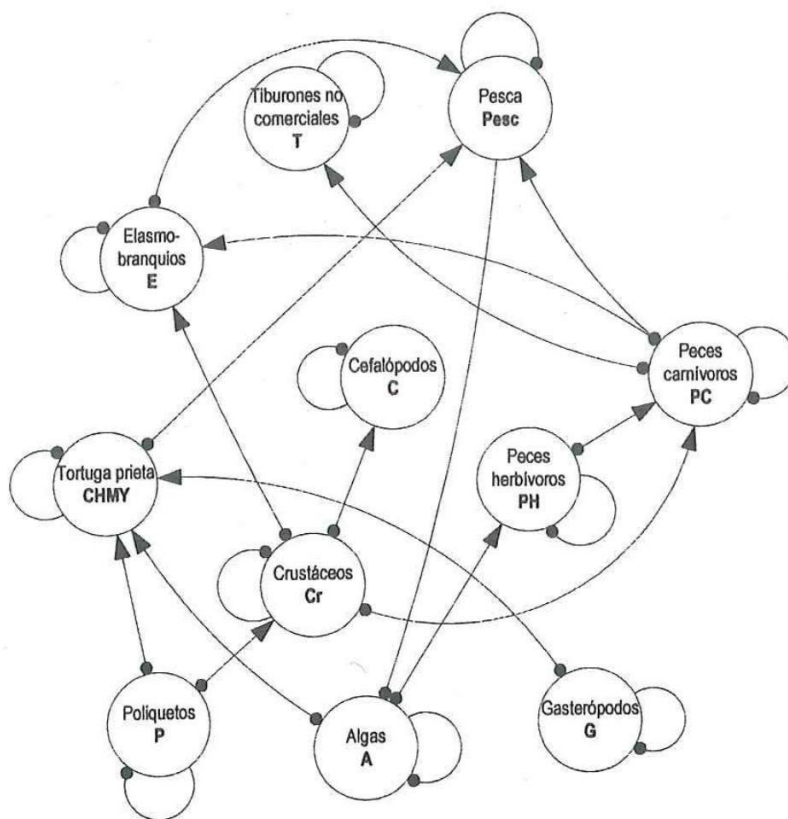
Septiembre 2007



Septiembre 2007

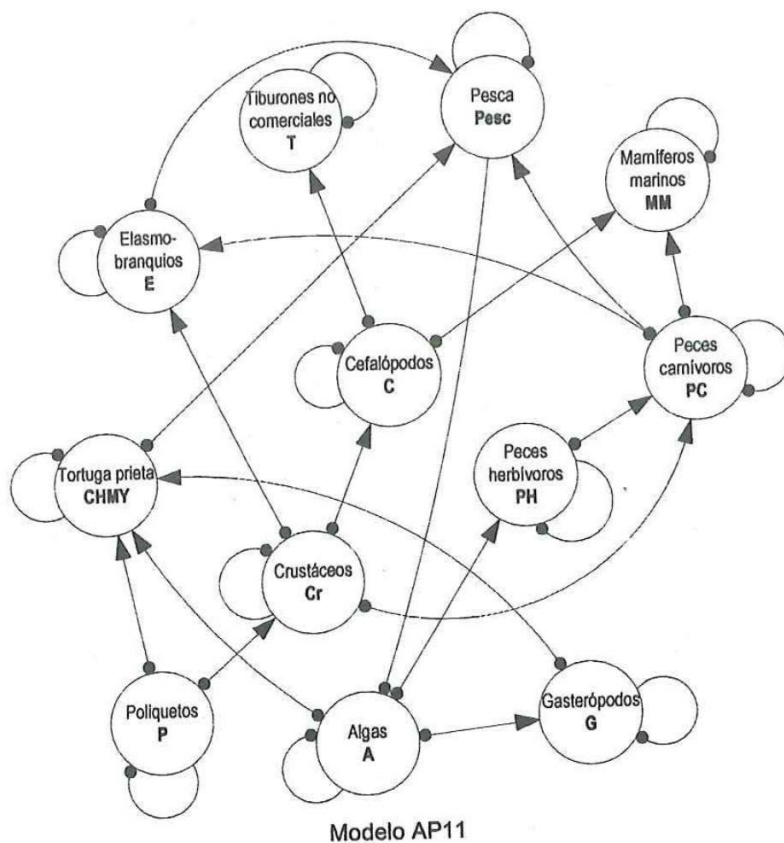
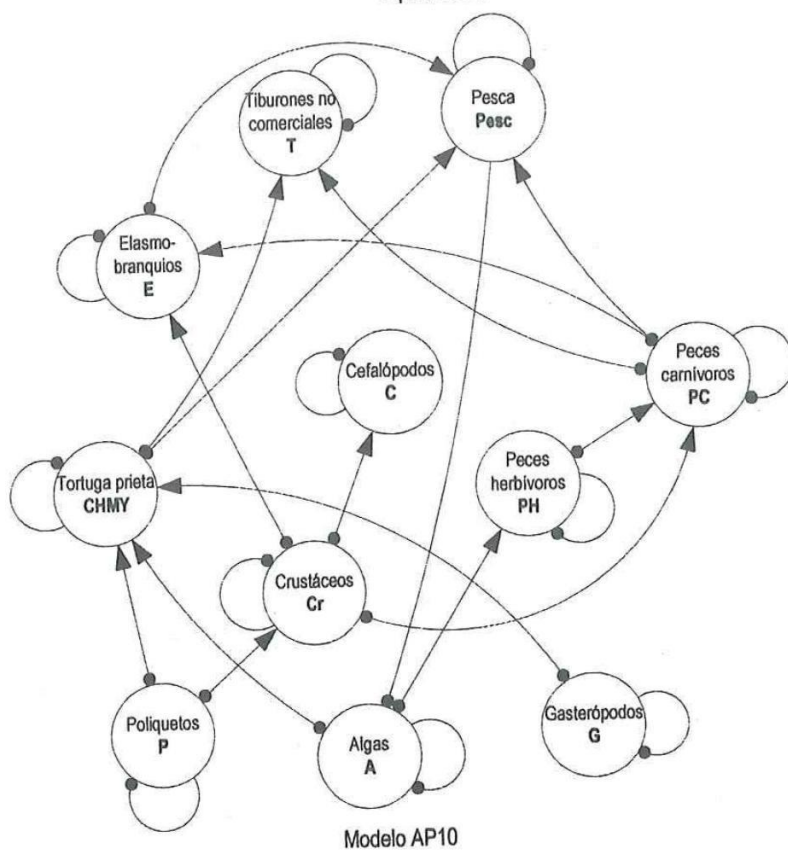


Modelo AP8

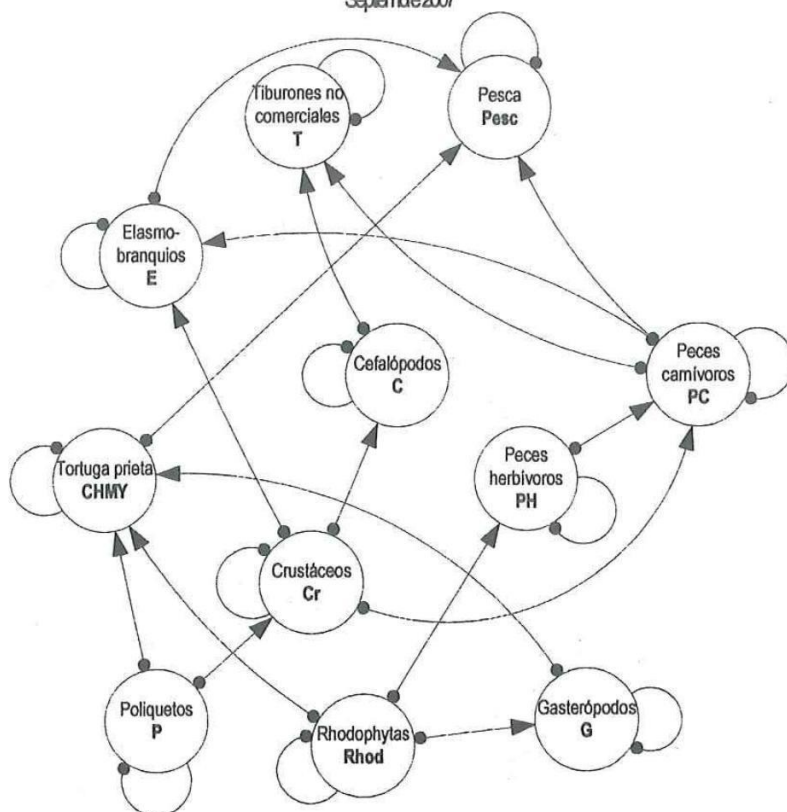


Modelo AP9

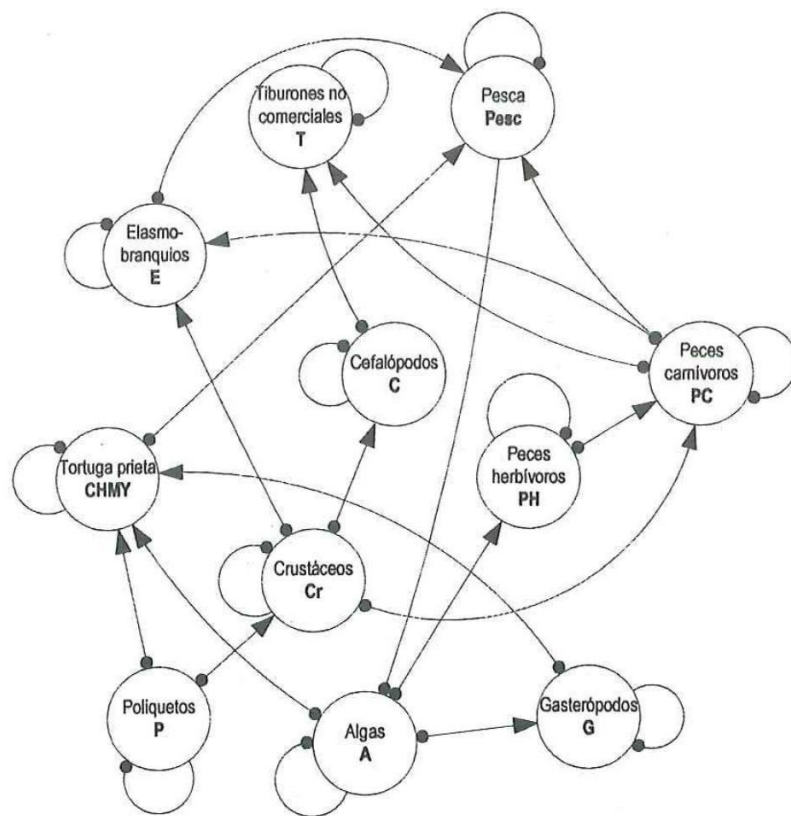
Septiembre 2007



Septiembre 2007



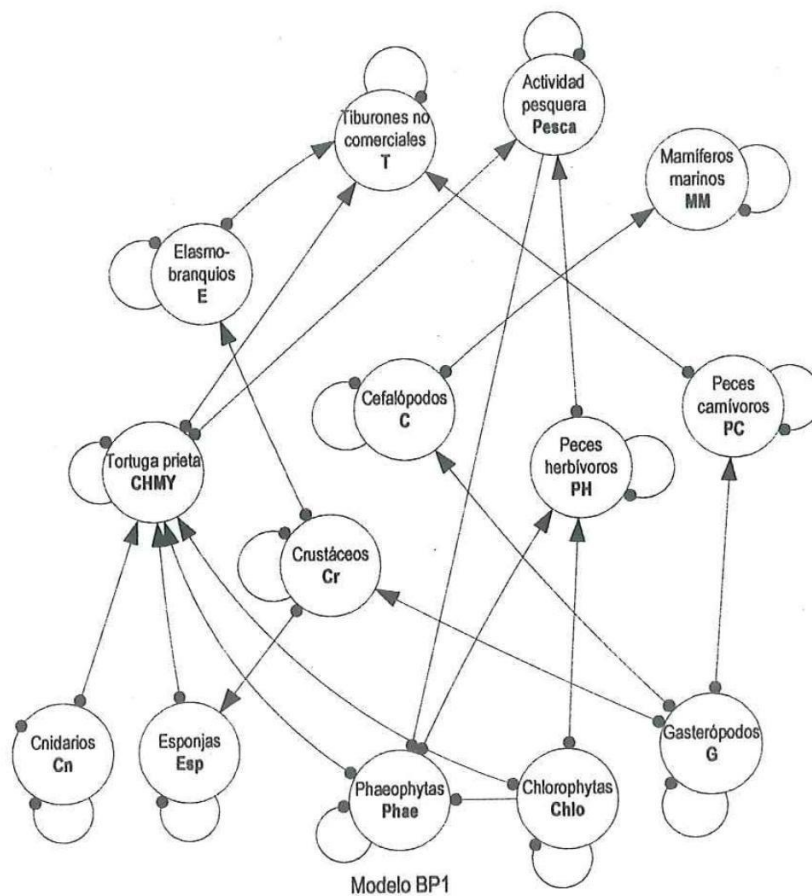
Modelo AP12



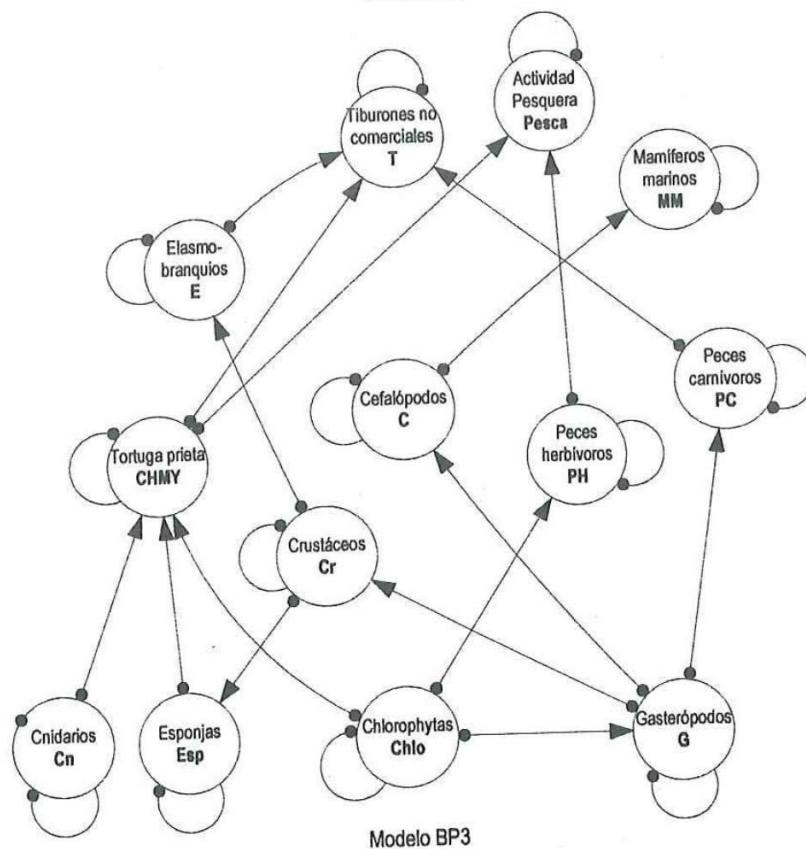
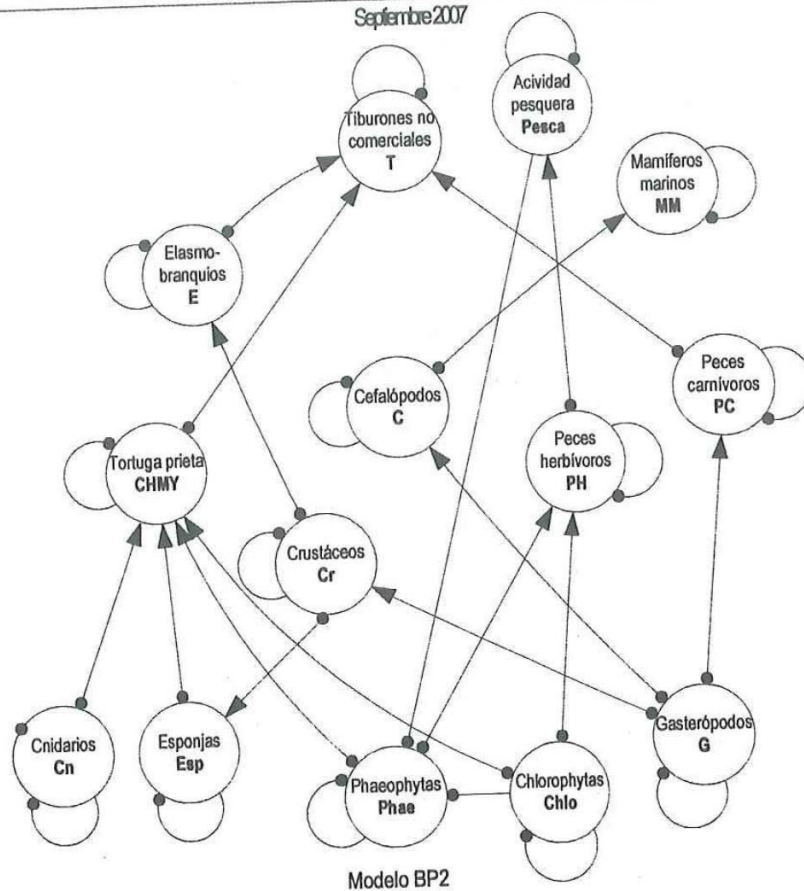
Modelo AP13

Septiembre 2007

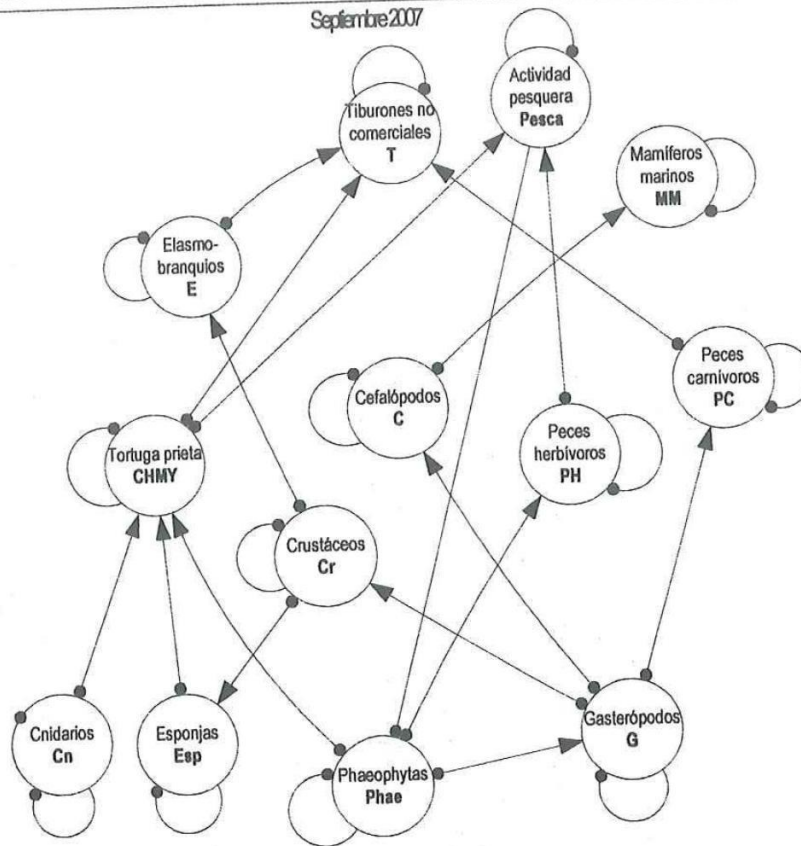
5.2 Modelos de la comunidad biológico-pesquera de BLA (Grupo BP), con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia menor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones menos importantes y frecuentes para el resto de las variables.



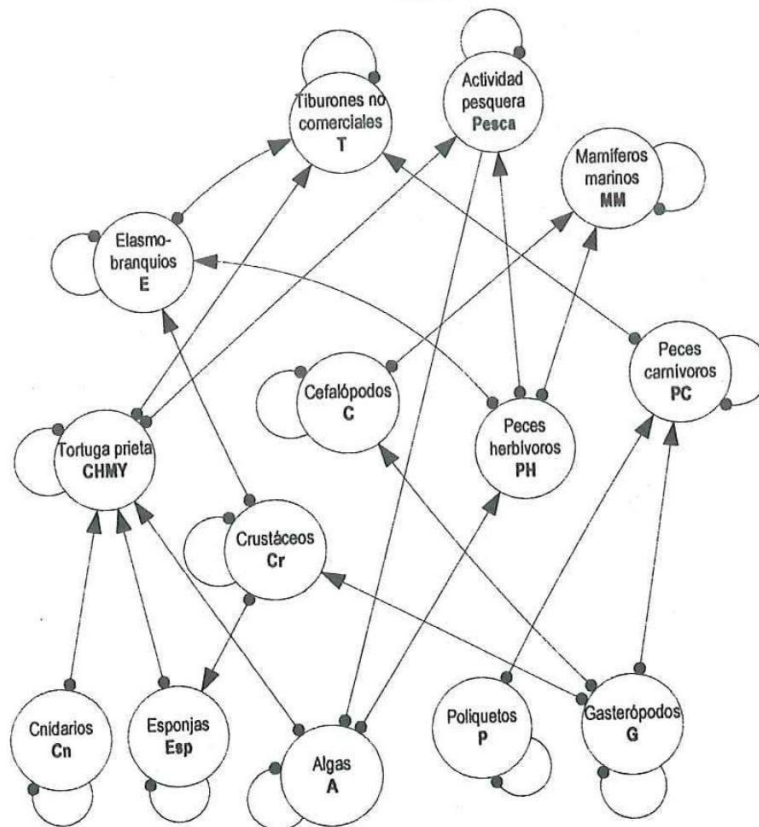
Septiembre 2007



Septiembre 2007

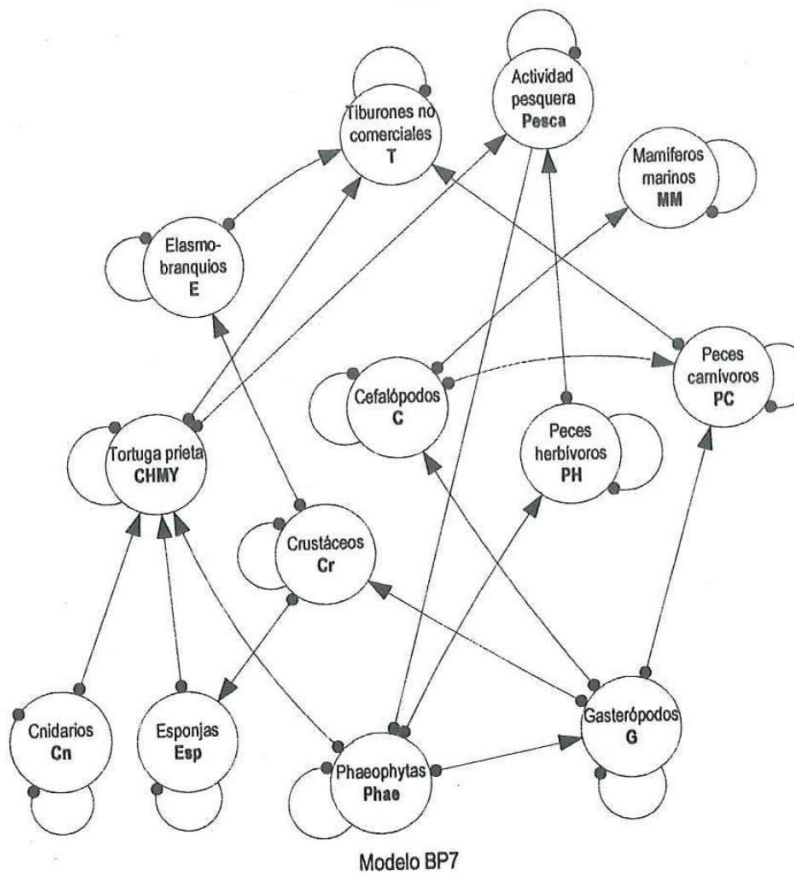
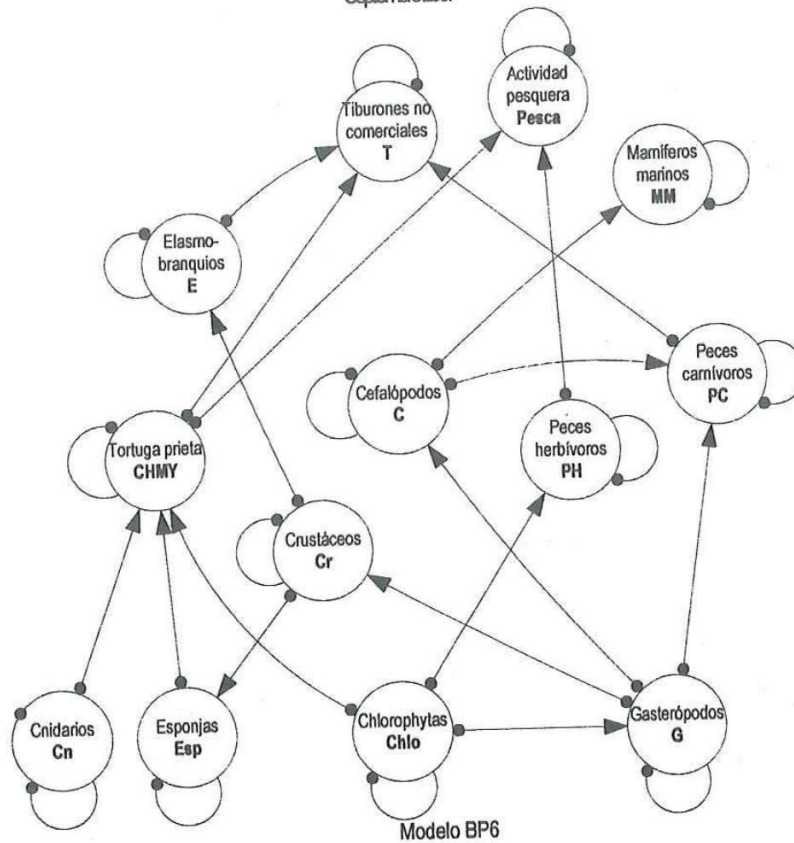


Modelo BP4



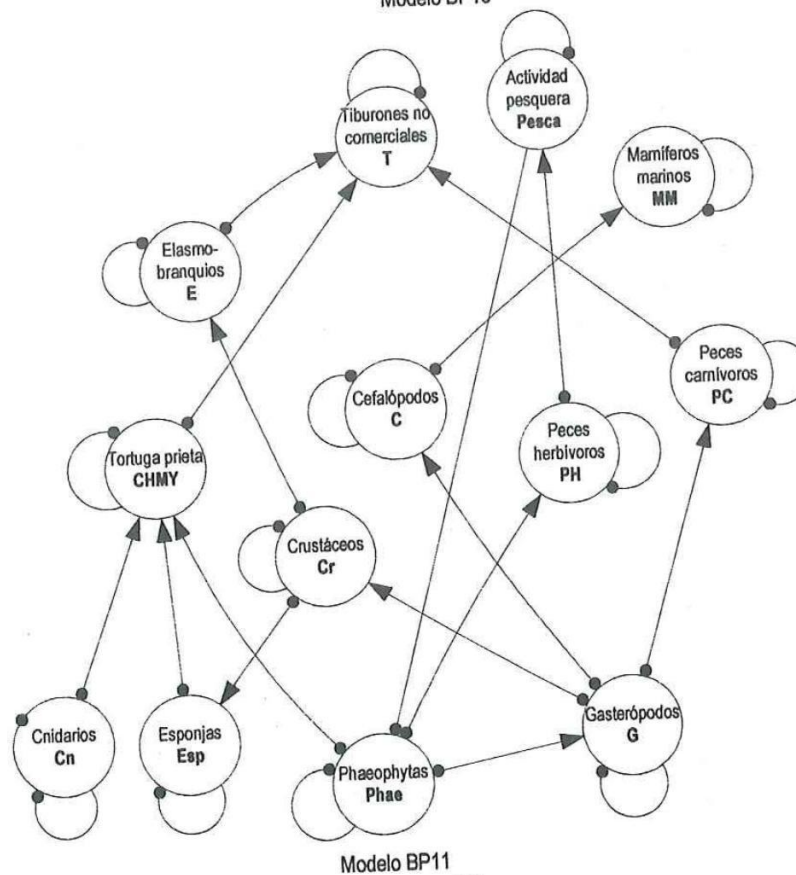
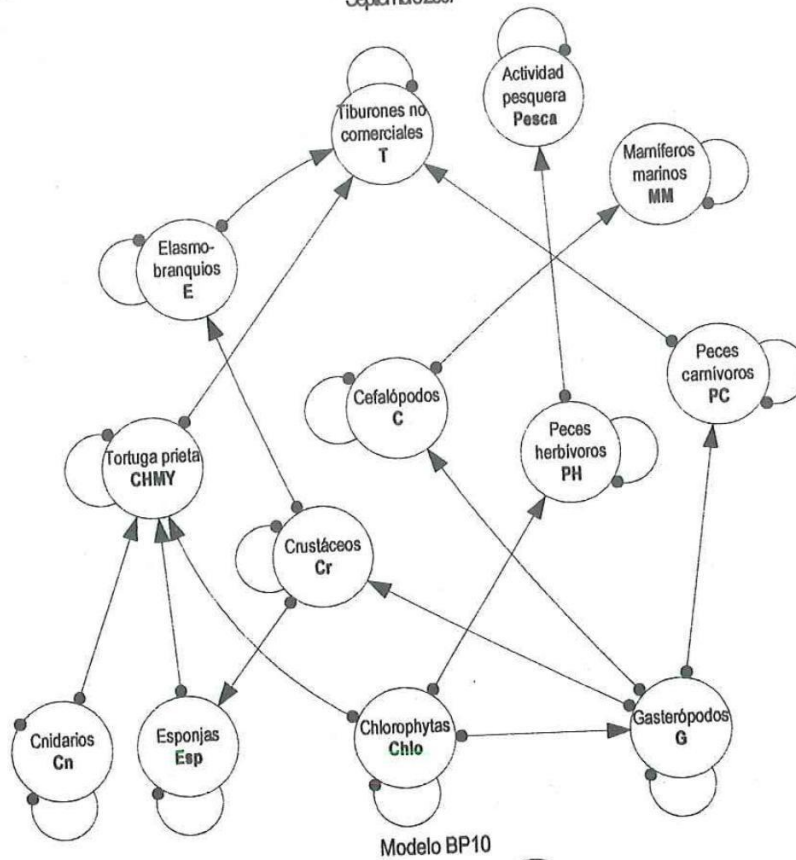
Modelo BP5

Septiembre 2007

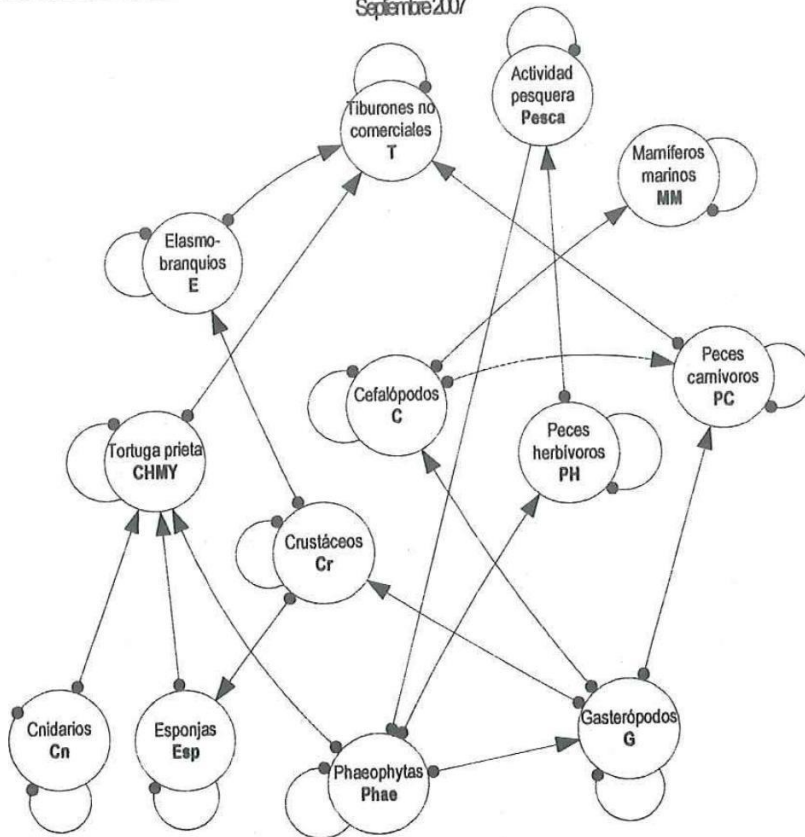


Análisis del Efecto de la Pesca Ribereña en la Estructura Trófica de la Comunidad de la Tortuga Prieta (*Chelonia mydas agassizii*)
 en la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles, B.C. Utilizando Técnicas Cualitativas.

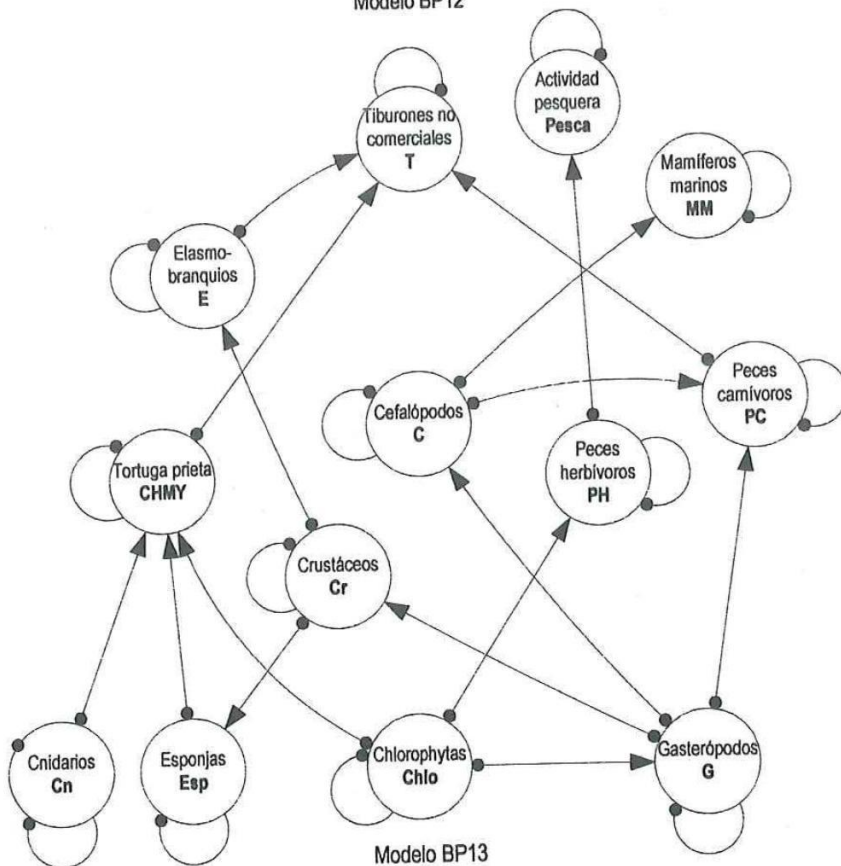
Septiembre 2007



Septiembre 2007

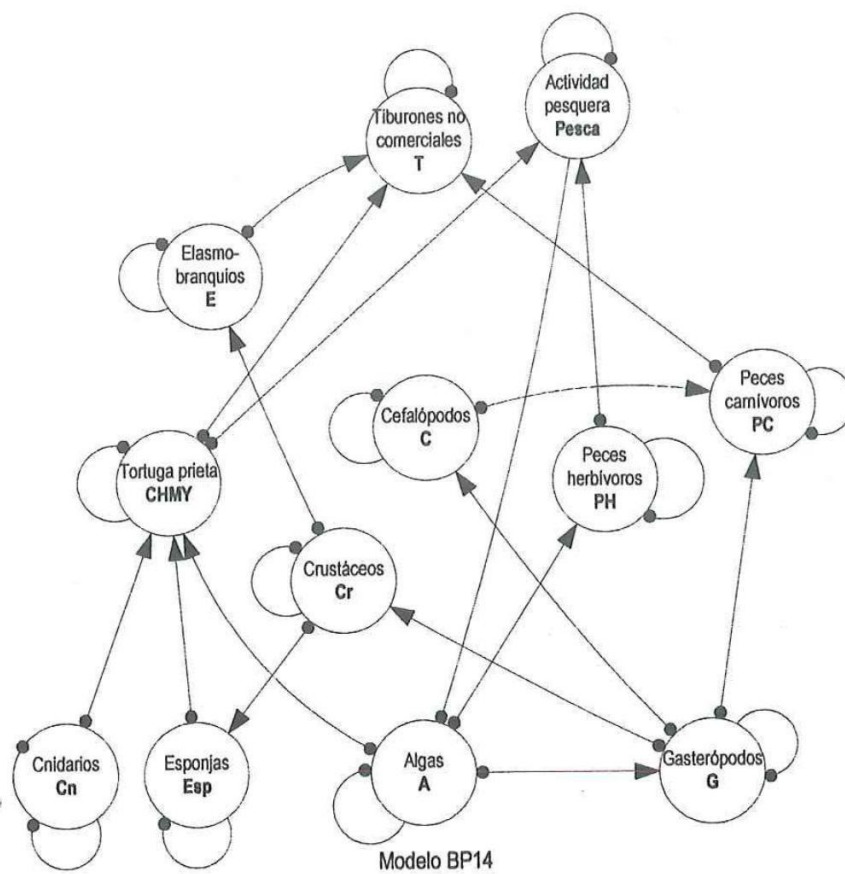


Modelo BP12



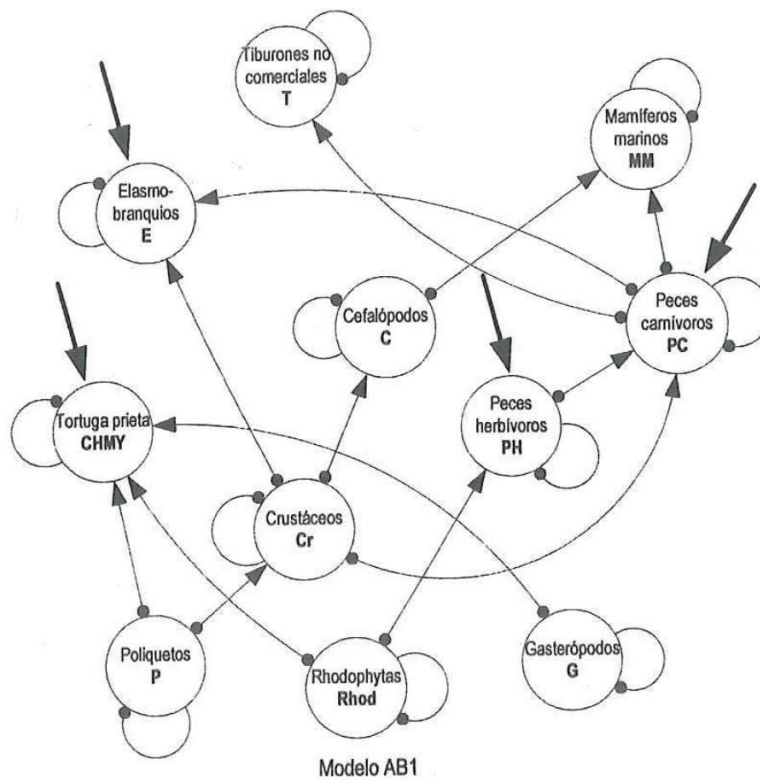
Modelo BP13

Septiembre 2007

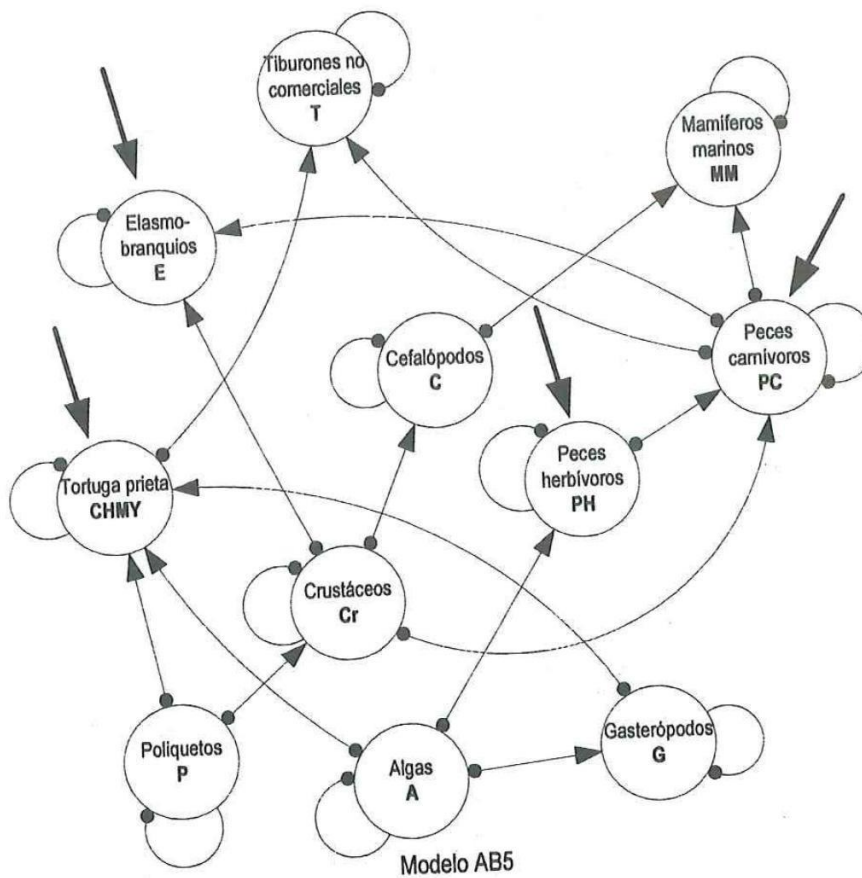
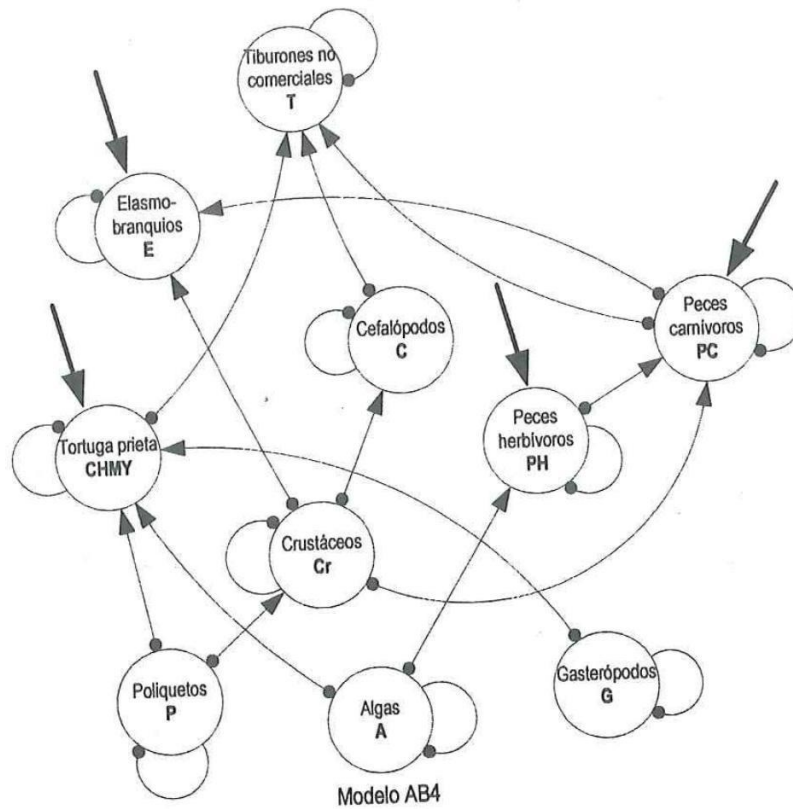


Anexo 6. Diagramas de signos de la comunidad biológica

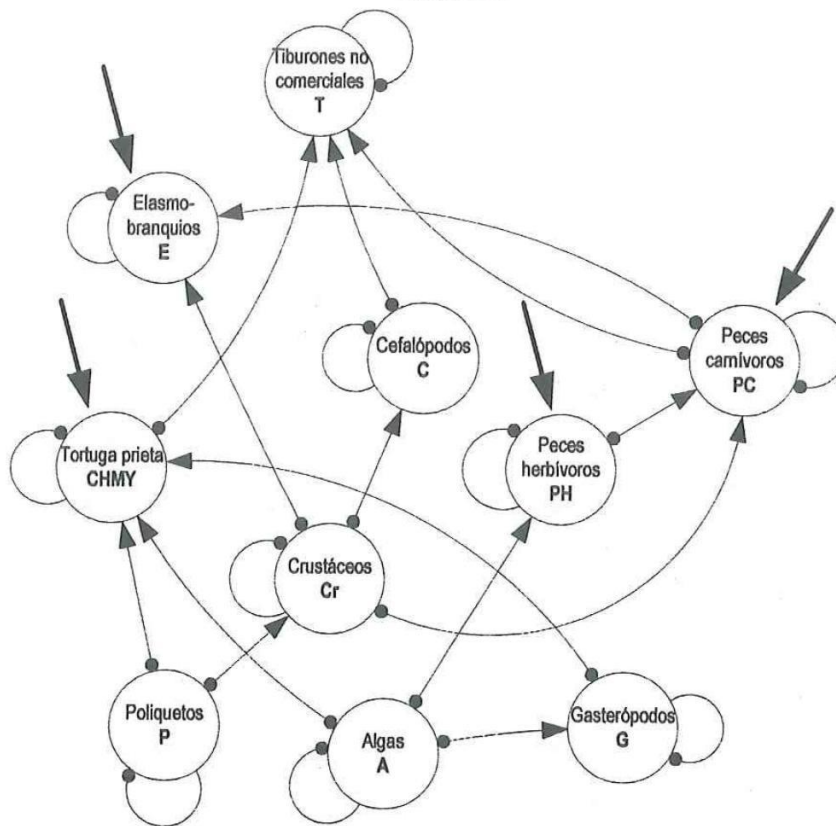
6.1 Modelos de la comunidad biológica de BLA (Grupo AB), donde se consideró el porcentaje de frecuencia de ocurrencia mayor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables.



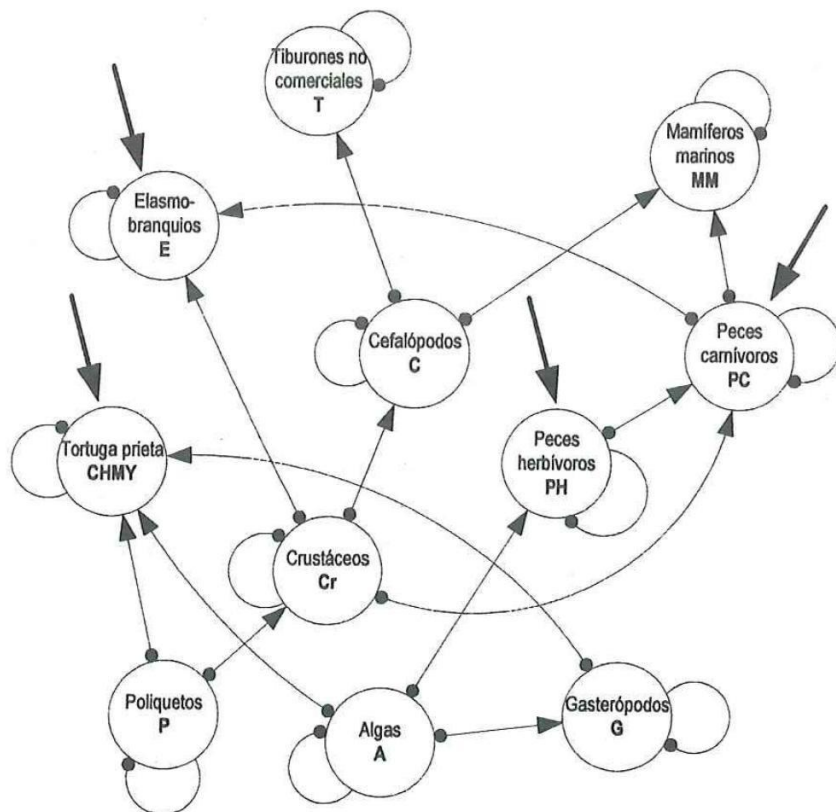
Septiembre 2007



Septiembre 2007



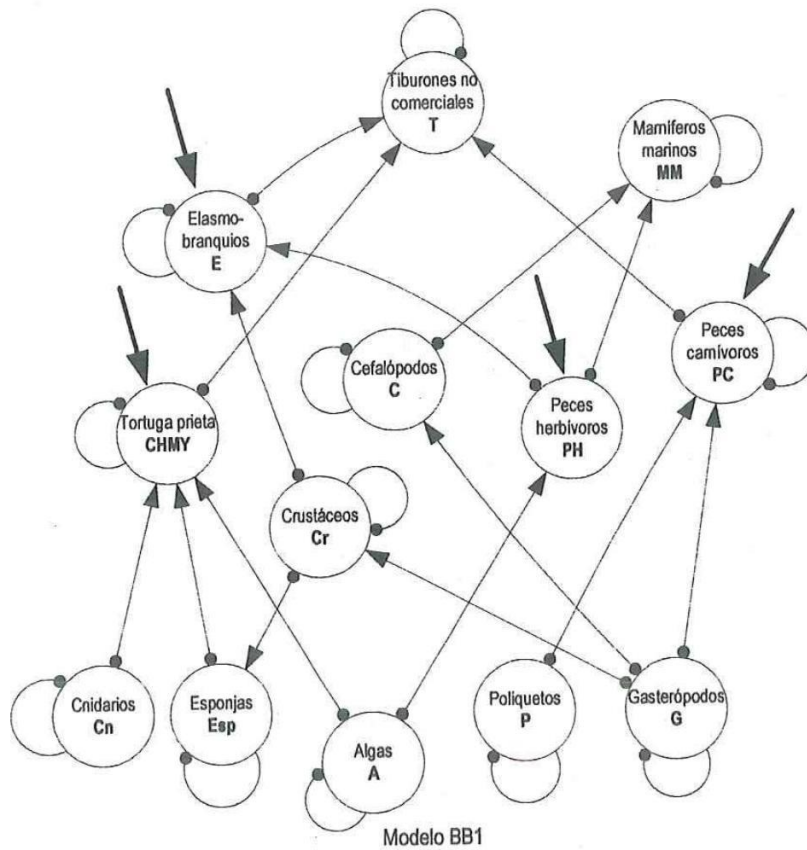
Modelo AB6



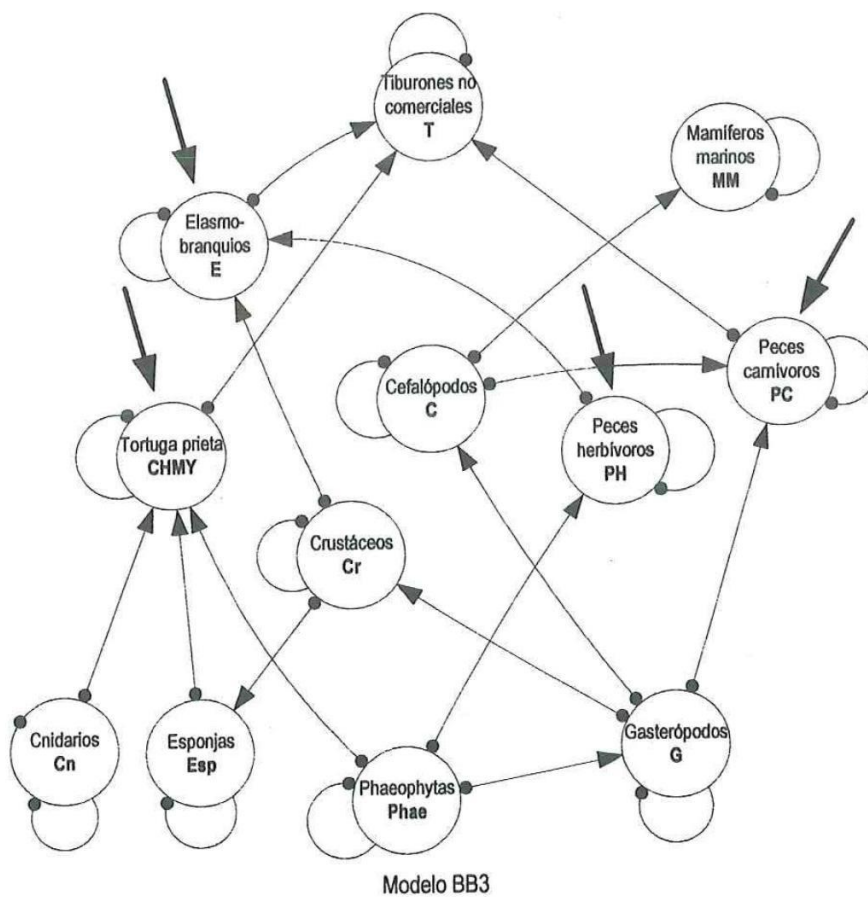
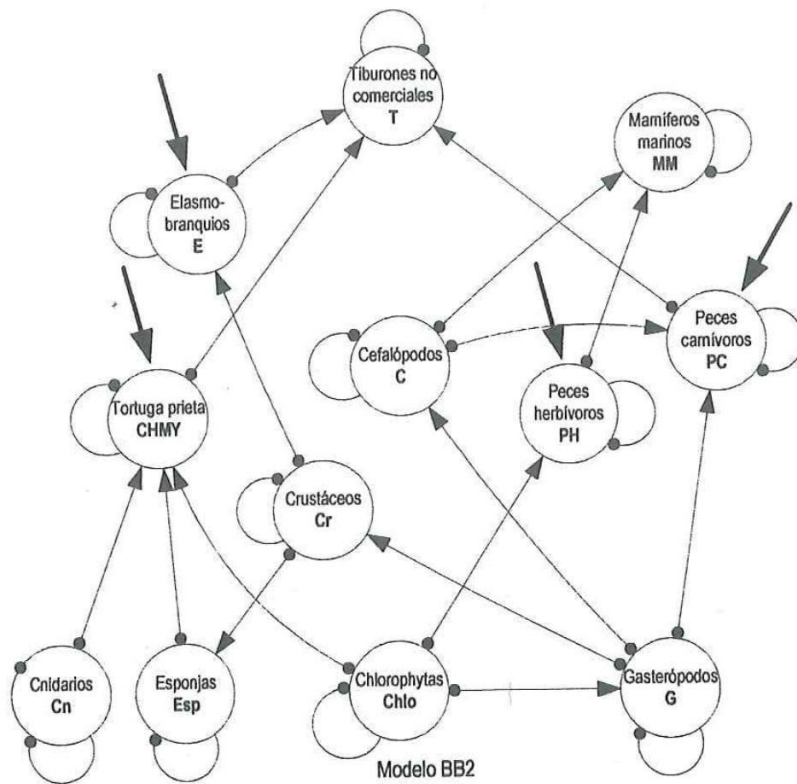
Modelo AB7

Septiembre 2007

6.2 Modelos de la comunidad biológica de BLA (Grupo BB), con el porcentaje de frecuencia de ocurrencia menos al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones menos importantes y frecuentes para el resto de las variables.

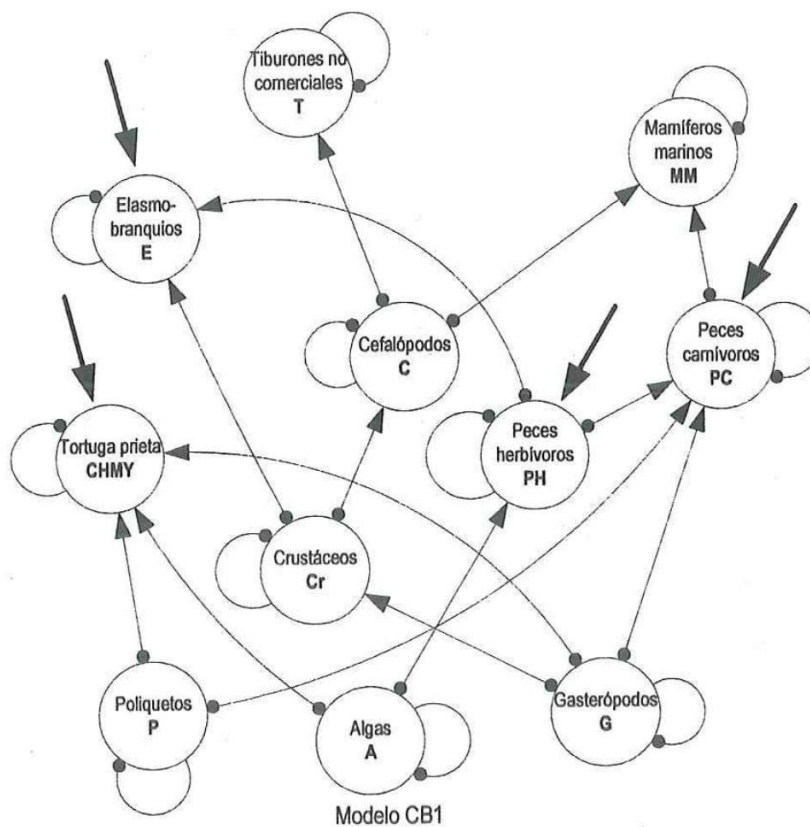


Septiembre 2007

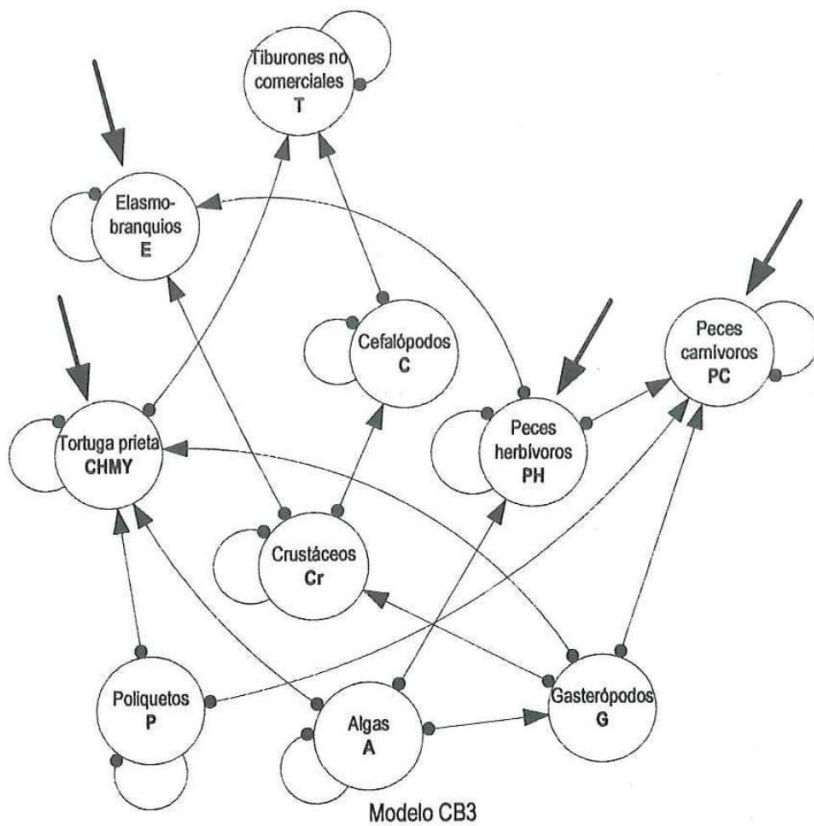
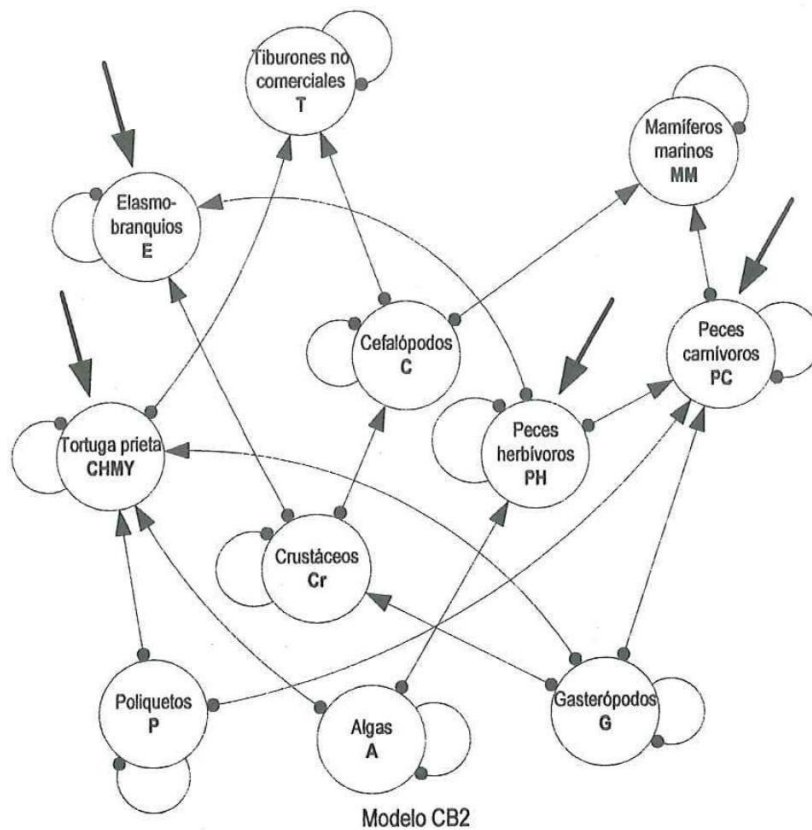


Septiembre 2007

6.3 Modelos de la comunidad biológica de BLA (Grupo CB), con las interacciones con el porcentaje de ocurrencia mayor al 20% de la dieta de tortuga prieta y las interacciones más importantes y frecuentes para el resto de las variables.



Septiembre 2007



Anexo 7. Glosario

Almadrabas: Arte fijo que llega a tener varios kilómetros de extensión y se utiliza para la captura de atún. Esta gigantesca trampa se conoce y se emplea desde la antigüedad, sobre todo en las inmediaciones del Estrecho de Gibraltar, a fin de capturar a los túnidos que se disponen a entrar al Mediterráneo para desovar (en primavera) o a mediados de verano, los que retornan al Atlántico.

Aparejo: Montaje que incluye las partes esenciales para pescar con anzuelo.

Aprovechamiento racional: La utilización de los recursos naturales mediante técnicas y prácticas que no superen la capacidad de autorregulación de un ecosistema. (Gillari, 2006).

Biocenosis: También conocido como comunidad biológica. Término acuñado por Möbius en 1877, para las comunidades de plantas y animales combinadas en una unidad identificable en el tiempo y el espacio.

Biotopo: También conocido como hábitat, se refiere al espacio ocupado por una **biocenosis**; dentro de su ámbito pueden identificarse varios tipos diferentes de hábitats, los que tienen, por tanto, una connotación espacial mas restringida.

Bottom-up: Palabra de origen anglo. Se refiere al control de los niveles tróficos del sistema de abajo-hacia arriba.

Captura incidental: especies pescadas que no son el objetivo. Son tomadas sin pretenderlo de diferentes tamaños, clases de edad. La captura incidental consiste de todos aquellos organismos que son atrapados sin intención durante la pesquería de un recurso objetivo. La composición y abundancia de esta captura depende de la selectividad del arte empleada y de la intensidad pesquera (Nava, 1994).

Conservación: El arte de usar adecuadamente la naturaleza con miras a asegurar la permanencia de buenas condiciones de vida para el hombre actual y las futuras generaciones así como el mantenimiento de la diversidad biológica y la base de recursos. (Sarmiento, 2001). Actividad práctica ejercida en tanto se considera a la naturaleza como fuente de recursos. Su finalidad es la explotación y el aprovechamiento dentro de ciertos límites establecidos con criterio científico (Gillari, 2006).

Conservación Ambiental: Manejo de los recursos ambientales, aire, suelo, agua, minerales y especies vivientes, que busca elevar la calidad de vida humana. Administración del uso humano de la biosfera de modo que pueda producir los mayores beneficios sustentables para las generaciones actuales a la vez de mantener las posibilidades de uso para las futuras generaciones: en consecuencia la conservación es positiva, y comprende la preservación, el mantenimiento, la utilización sustentable, la restauración y el mejoramiento del entorno natural. Conjunto de políticas y medidas de protección del ambiente que propician el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales renovables. Gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano de manera que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras (Gillari, 2006).

Curricán: Nombre de un tipo de pesca que en inglés se conoce como "troll". Modalidad de pesca que utiliza un **aparejo** de pesca personal dotado de un señuelo artificial o cebo, según corresponda, unido a una línea arrastrada desde una embarcación.

Disturbio: Evento que altera la estructura del ecosistema, comunidad, o población, donde cambia la disponibilidad de los recursos, o el ambiente físico (Castilla, 2001). El signo del impacto se refiere al carácter beneficioso o perjudicial del mismo. Como definición de efecto negativo tenemos que es "aquel que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada". Por el contrario, el impacto positivo supone un incremento de la calidad de los recursos y una reducción de los perjuicios y riesgos ambientales (Oñate *et al.* 2002)

Ecoturismo: observación en el medio natural, toma de fotografías, filmación de videos o películas documentales, entre otras.

Efecto indirecto: El "Committee on the Applications of Ecological Theory to Environmental Problems" define de una manera sencilla el término: se considera un efecto directo debido a una

interacción, donde la especie regularmente influye sobre otras con quienes no tienen un contacto directo.

Estable, comunidad: Se aplican diferentes conceptos incluyendo constancia, variabilidad, predictabilidad, persistencia, resistencia, resiliencia entre otros. El termino estabilidad está indefinido. La palabra que mejor lo define es **resiliencia**, que es la proporción en el cual un sistema regresa a su estado original seguido de alguna perturbación (Puccia & Levins, 1984, Li & Moyle, 1981).

Función ecológica: Proceso de varias etapas que produce una situación de rendimiento de un **servicio ambiental** determinado (por ej. la función ecológica de las cuencas hidrográficas con respecto al funcionamiento del ciclo del agua).

Impacto: Modificación del estado natural, alteración o cambio en la variable ambiental (signo o carácter, magnitud, extensión) (Oñate *et al.* 2002)

Manejo de Ecosistemas: es un proceso estratégico interdisciplinario con metas específicas para la conservación, aprovechamiento y protección de los recursos a largo plazo para beneficio del hombre.

Preservación: Conjunto de políticas y medidas que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales con la menor intervención humana. Implica los mayores grados de protección. Protección, amparo, custodia, conservación. Ver: Conservación; protección.

Preservación Ecológica: El mantenimiento de los ecosistemas naturales o cualquiera de sus componentes en su estado actual. A veces es necesaria la intervención humana para evitar una evolución natural que altere dicho estado. Ver: Conservación; protección

Principio Precautorio: "El Principio de Precaución ha sido ampliamente incorporado, en varias formas, en acuerdos y declaraciones internacionales y alguna legislación nacional. Un elemento común en las varias formulaciones del Principio de Precaución es el reconocimiento que la falta de certidumbre respecto a una amenaza al ambiente no debe usarse como excusa para no tomar medidas que eviten daños. El Principio de Precaución reconoce que postergar las acciones hasta que exista evidencia suficiente de daño generalmente implica que entonces será muy costoso o imposible evitarlo. El uso del principio promueve acciones para prevenir riesgos de perjuicios serios o irreversibles. Consecuentemente, el principio provee un

importante fundamento político para anticipar, prevenir y mitigar amenazas al ambiente".
www.pprinciple.net

Protección: Conjunto de políticas y medidas que propician la restauración del ambiente y la prevención y control de su deterioro. Abarca el aprovechamiento racional, la conservación y la preservación, cada uno con diferente grado de uso y resguardo del ambiente. Actividad tendiente a preservar ambientes, especies poblaciones o individuos declarados en riesgo de algún tipo, de acuerdo al criterio de los científicos del área. La protección está ajena al aprovechamiento económico de los recursos. Ver: Conservación; preservación.

Protección Ecológica: El amparo de los ecosistemas naturales o cualquiera de sus componentes frente a modificaciones antropogénicas. Aquellos quedan librados a su propia evolución, interviniendo sólo en el caso que fuere necesario para evitar la destrucción o alteración irreversible de aquellos considerados irremplazables. Ver: Conservación; preservación.

Ramonear: Pastar.

Reinales: Líneas de diámetro más pequeño, colocadas sobre la línea superficial (línea madre) que se utilizan para la pesca por palangre. En éstos se colocan los anzuelos con carnada que cuelgan verticalmente en la columna del agua.

Red agallera: en inglés: *gillnets*. Es una malla o red de varios tamaños, usado para especies de peces específicas. Pueden tener un tamaño que va de unos cuantos metros a kilómetros. También puede ser conocida como trasmallo.

Relinga: Cada una de las cuerdas o sogas en que van colocados los plomos y corchos con que se calan y sostienen las redes en el agua. Cabo con que se refuerzan las orillas de las velas. Amarra resistente que sostiene los corchos o los plomos del arte. A su vez, sirve de remate a la malla. Cabo que remata las velas. Suele ir cosido a éstas en su parte inferior.

Resilencia: Amplitud de las tolerancias ambientales en un ecosistema, que le permite asimilar perturbaciones sin deteriorarse definitivamente.

Riesgo: Probabilidad de que suceda un efecto positivo o negativo, independiente de su magnitud o importancia (Oñate *et al.* 2002).

Sedales: Se utilizan en la pesca deportiva

- Servicio ambiental:* Las funciones de la naturaleza que son directamente aprovechadas por los humanos sin que requieran inversiones económicas o de otra índole.
- Servicios ecológicos:* Los atributos funcionales básicos del ecosistema puestos en sentido económico.
- Sucesión ecológica:* Proceso de invasión y colonización de un lugar determinado por la **biota**, o la sustitución de una comunidad por otra, a través del tiempo secuencial, por medio de fases, períodos o series (pionera-clímax) pero en el mismo espacio geográfica (por ej. el cambio de un campo desnudo, que pasa por varios estadios hasta llegar a ser un bosque de árboles adultos).
- Sustentabilidad, Desarrollo Sustentable:* Un modelo de desarrollo fundado bajo la idea que la sociedad, el medio ambiente y la economía dependen la una de la otra y todas tienen la misma importancia. Normalmente definido como:- "Satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades".
- Top-down:* Palabra de origen anglo. Se refiere al control de los niveles tróficos del sistema de arriba-hacia abajo.
- Trasmallo:* Son artes que constan de una o varias piezas, cada una de ellas formada por tres paños de red superpuestos. Los dos paños exteriores son de iguales dimensiones y del mismo tamaño de malla y diámetro de hilo. El paño interior, de inferior tamaño de malla, podrá ser de mayor extensión que los exteriores.
- Zona núcleo:* Son aquellas superficies en buen estado de conservación que contienen ecosistemas relevantes o frágiles, o fenómenos naturales relevantes, en las que el desarrollo de actividades requiere de un manejo específico, para lograr su adecuada preservación.