

ANEXO 8

Análisis de la fauna de acompañamiento capturada con redes de arrastre en el Alto Golfo de California, México. Avances

Juan Madrid Vera¹, Ricardo Meraz Sánchez², Daniel Aguilar Ramirez¹, Alicia María Lupio Rodríguez², Adrián García Meraz², Rafael García Paredes², Heriberto Santana¹, Francisco Manuel Soto Barrón².

¹Instituto Nacional de Pesca; ²Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Resumen

Los muestreos realizados en el alto Golfo de California, en agosto y septiembre de 2013 fueron estudiados con análisis exploratorio, teoría de gráficas, ecuaciones de riqueza, análisis jerárquico de clasificación y análisis nodal. Los resultados indican que al menos las comunidades de peces son compartidos con el Golfo de California en primer nivel de similitud y en un segundo nivel de similitud comparte todas las especies desde Costa Rica hasta California. Considerando estos resultados y la literatura publicada que se utiliza en los análisis es posible plantear escenarios de los cambios en el Alto Golfo con la introducción de redes de arrastre. Si las comunidades de peces deducidas de la literatura científica son sujetas de explotación con redes de arrastre y de enmalle, el escenario actual del Pacífico mexicano es el futuro en el Alto Golfo y que de hecho ya lo es. Otro escenario es que si otras pesquerías con redes de arrastre persistan en la zona y si esta es de al menos 15% de la actual, el escenario sería similar al de todo el Pacífico mexicano. Si se reduce en valores menores al 15% la predominancia sería para los organismos que resiste el efecto de las redes de arrastre, como los roncachos, lenguados, jaibas, cangrejos y caracoles chinos negros. El predominio de cangrejos ermitaños y estrellas sería posible. Considerando las normas de la pesquería de camarón, las vedas podrían proteger a las especies de importancia comercial tal y como sucede en todo el Pacífico.

Introducción

Las pesquerías del Golfo de California son conocidas por ser parte de la actividad económica de importancia a nivel nacional y regional, que genera empleos, divisas, riqueza y recursos alimenticios. Estas pesquerías han producido infraestructura para la actividad y fuerza de trabajo especializada en la pesca y en las actividades como la mecánica y la electrónica del equipo y las artes de pesca. También ha producido modificaciones e impactos en la abundancia y distribución de diversas especies; entre estas se reconocen en la región para los moluscos, los corales, los peces como las totoabas y los mamíferos como los lobos marinos y la vaquita marina. Entre las artes utilizadas en la pesca son las redes de enmalle las que mayores riesgos han generado para la sobrevivencia y la reproducción de las especies mencionadas. Es así de interés en este trabajo mostrar el contexto de la pesca con redes de arrastre camaroneras en la

región, dado de que su uso puede disminuir el riesgo de captura de la vaquita marina, que es mayor con redes de enmalle.

El valor y la magnitud que tienen las capturas de fauna de acompañamiento en la región del golfo de California y en la costa del Pacífico es de una gran importancia económica, como se puede por ejemplo observar en los desembarques de las llamadas especies finas, que pueden alcanzar más de las 10 mil toneladas por temporada, en el sur del golfo de California, en Sinaloa y Nayarit (Madrid-Vera *et al.*, 2007; Madrid-Vera *et al.*, 2008; Madrid-Vera *et al.*, 2010). El manejo de los descartes y la fauna acompañante es uno de los problemas importantes en la discusión internacional sobre la utilización y manejo de los recursos marinos (Arkema *et al.*, 2006; Beddington *et al.*, 2007; Francis *et al.*, 2007) y de la que a pesar de la discusión y manejo referido en la bibliografía desarrollada del tema, es necesario actualizar, continuar proponiendo herramientas de manejo y dar las condiciones científicas y técnicas para que esta sea aprovechada.

Hay serie de trabajos sobre estas comunidades y poblaciones de organismos, y existen regiones en los que son necesarios de dar continuidad a los estudios específicos como en esta región, lo que ayudarían a actualizar y generar indicadores de las abundancias, y así a la dinámica de las poblaciones capturadas como fauna acompañante de los camarones comerciales del Alto Golfo de California.

Objetivo General

Analizar la estructura y dinámica de las comunidades y de las poblaciones abundantes y de importancia comercial capturada como fauna de acompañamiento del camarón bajo un enfoque de ecosistemas que ayude a la recuperación de las poblaciones de mamíferos marinos como la vaquita marina.

Objetivos particulares

- Enlistar a nivel especie a los organismos capturados como fauna de acompañamiento de camarón (FAC) y generar un enfoque de comunidades y ecosistemas.
- Analizar la estructura de tallas a nivel familia de las especies más abundantes.
- Evaluar el impacto ecológico de las redes de arrastre en el Alto Golfo de acuerdo a otras zonas del Pacífico Mexicano.

Resultados

Se analizaron un total de 1,865 lances divididos entre el Golfo de Santa Clara (949) y San Felipe (916). La distribución de las capturas de fauna de acompañamiento de camarón (FAC) no mostró diferencias significativas en el Alto Golfo de acuerdo al tipo de red (Figura 1a), sin embargo, el porcentaje de la fauna que es aprovechada (fauna fina) fue significativamente mayor cuando se utilizó la red prototipo (Figura 1b).

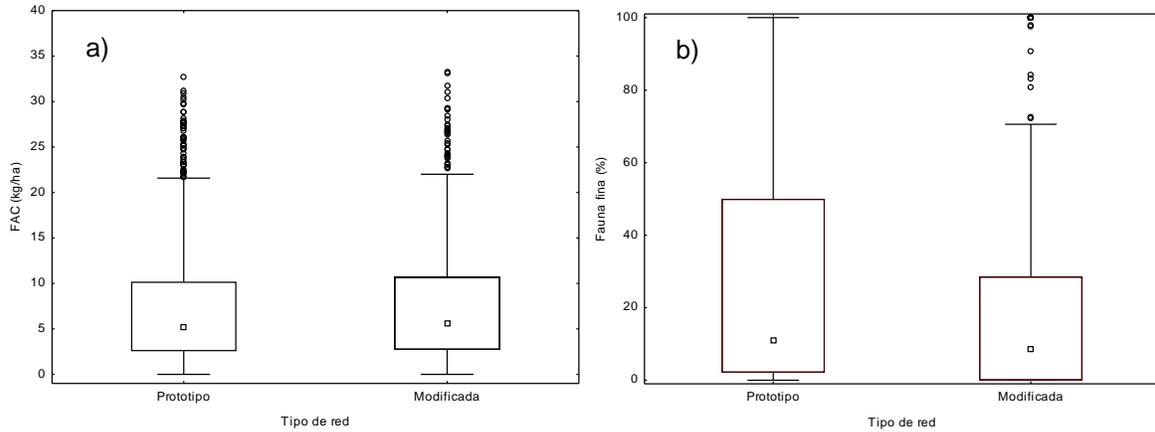


Figura 1. Captura de la fauna con red de arrastre en el Alto Golfo. a) FAC y b) Fauna fina

Un análisis factorial de la proporción de la captura FAC/Camarón muestra diferencias significativas entre zonas de muestreo y tipo de red de arrastre, obteniendo las menores proporciones de fauna en San Felipe y con la red prototipo, pero no alcanzando una interacción entre ambos tratamientos (Figura 2). Los valores promedio de la proporción en Santa Clara fueron de 20:1, mientras que en San Felipe de 3:1. Con el tipo de red fueron con la prototipo 7:1 y con la modificada de 11:1. El promedio general en el Alto Golfo con red de arrastre fue de 8:1.

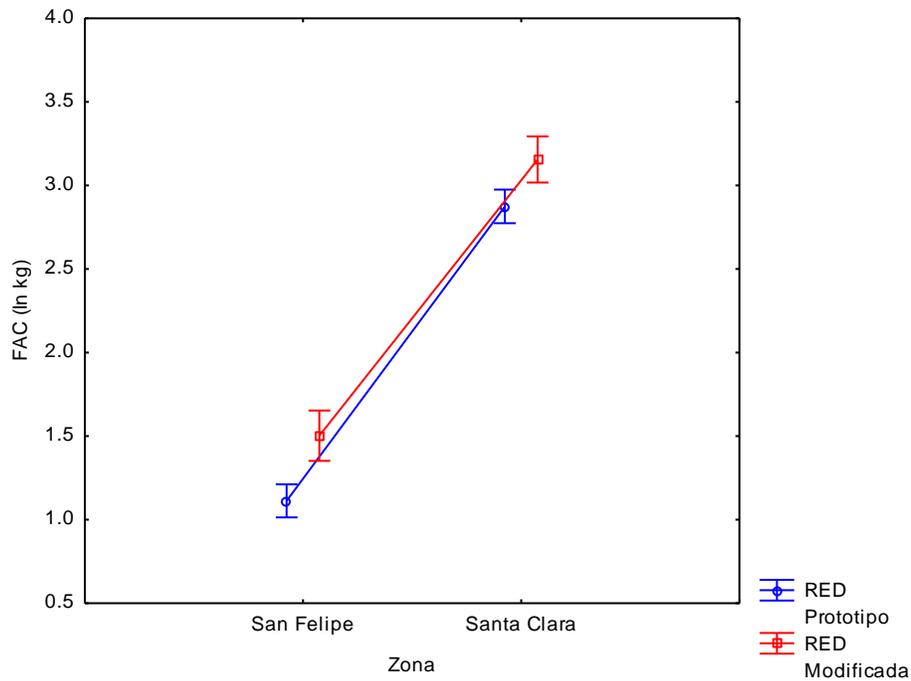


Figura 2. Análisis factorial de las capturas de la fauna de acompañamiento de camarón por cada kg de camarón, por zona de muestreo y tipo de red de arrastre. Promedio e intervalo de confianza del 95%.

La variación temporal de la FAC muestra una tendencia constante a través del tiempo, donde se observa un ligero aumento en las capturas en la semana uno y tres, semanas que coinciden con el efecto de luna llena y nueva, respectivamente (Figura 3a). Con respecto a la variación espacial, se observa un incremento en la captura conforme va aumentando la profundidad de muestreo, donde las zonas de mayor profundidad de muestreo fue a 30 metros (Figura 3b).

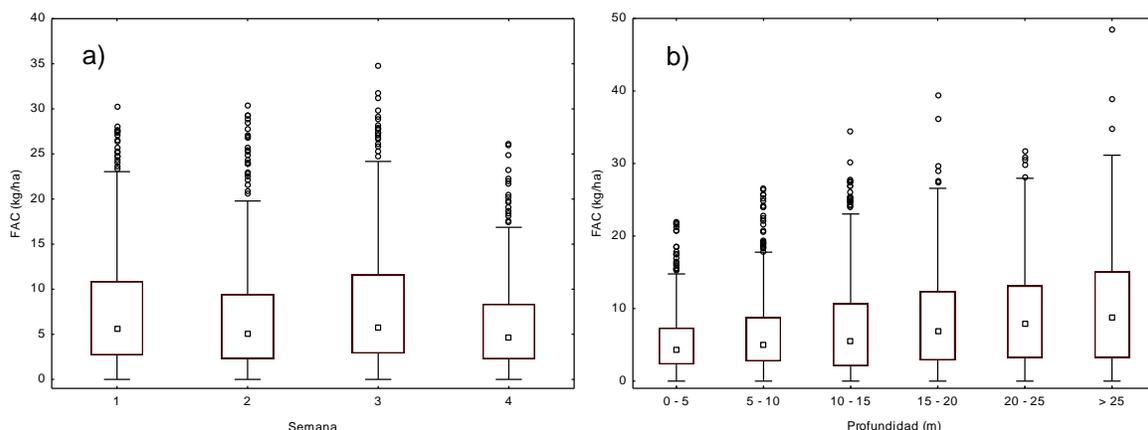


Figura 3. Indicador de la abundancia de la FAC por semana (a) y profundidad (b) en el Alto Golfo capturada con red de arrastre.

El número total de individuos analizados en los muestreos de fauna a lo largo del proyecto fue de 6,521 organismos, determinando 82 especies divididas en 47 familias. La lista de las especies se muestra en la tabla 1. Las familias más representativas de acuerdo al número de especies por familia fueron, Sciaenidae (9), Haemulidae (5); Carangidae (4) y Portunidae, Paralichthyidae y Engraulidae (3) cada una.

Tabla 1. Elenco de las especies determinadas en las capturas en el Alto Golfo de California con red de arrastre.

No.	Especie	No.	Especie
1	<i>Achirus mazatlanus</i>	42	<i>Mugil curema</i>
2	<i>Alga</i>	43	<i>Muricanthus (Hexaplex) nigritus</i>
4	<i>Anchoa sp. (2)</i>	44	<i>Narcine entemedor</i>
5	<i>Bagre panamensis</i>	45	<i>Nematistius pectoralis</i>
6	<i>Balistes polylepis</i>	46	<i>Occidentarius platypogon</i>
7	<i>Calamus brachysomus</i>	47	<i>Octopus sp.</i>
8	<i>Callinectes arcuatus</i>	48	<i>Oligoplites refulgens</i>
9	<i>Callinectes bellicosus</i>	49	<i>Ophistonema sp.</i>
10	<i>Cetengraulis mysticetus</i>	50	<i>Orthopristis chalceus</i>
11	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	51	<i>Orthopristis reddingi</i>
12	<i>Chione sp.</i>	52	<i>Paralichthys woolmani</i>
13	<i>Citharichthys gilbert</i>	53	<i>Peprilus medius</i>
14	<i>Cyclopceta panamensis</i>	55	<i>Peprilus snyderi</i>

15	<i>Cynoponticus coniceps</i>	56	<i>Polydactylus sp. (2)</i>
16	<i>Cynoscion orthonopterus</i>	57	<i>Prionotus horrens</i>
17	<i>Cynoscion reticulatus</i>	58	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>
18	<i>Dardanus sp</i>	59	<i>Rhinobatos glaucostigma</i>
19	<i>Dasyatis brevis</i>	60	<i>Rhinobatos productus</i>
20	<i>Diplectrum pacificum</i>	61	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
21	<i>Elops affinis</i>	62	<i>Scomberomorus concolor</i>
22	<i>Epinephelus analogus</i>	63	<i>Scomberomorus sierra</i>
23	<i>Esponja</i>	64	<i>Scorpaena russula</i>
24	<i>Etropus crossotus</i>	65	<i>Selene brevoortii</i>
25	<i>Eucinostomus argenteus</i>	66	<i>Selene peruviana</i>
26	<i>Eucinostomus gracilis</i>	67	<i>Sphoeroides annulatus</i>
27	<i>Euphylax robustus</i>	68	<i>Sphoeroides lobatus</i>
28	<i>Gymnura marmorata</i>	69	<i>Sphyraena lucasana</i>
29	<i>Haemulon steindachneri</i>	70	<i>Squilla mantoidea</i>
30	<i>Haemulopsis elongates</i>	71	<i>Stomolophus meleagris</i>
31	<i>Haemulopsis nitidus</i>	72	<i>Symphurus atriadus</i>
32	<i>Isocheles sp.</i>	73	<i>Symphurus elongatus</i>
33	<i>Isopisthus remifer</i>	74	<i>Synodus evermanni</i>
34	<i>Langostilla</i>	75	<i>Synodus scituliceps</i>
35	<i>Loligo panamensis.</i>	76	<i>Totoaba macdonaldi</i>
36	<i>Luidia sp.</i>	77	<i>Trachinotus paitensis</i>
37	<i>Lutjanus guttatus</i>	78	<i>Trichiurus lepturus</i>
38	<i>Menticirrhus elongates</i>	79	<i>Trichiurus nitens</i>
39	<i>Menticirrhus nasus</i>	80	<i>Umbrina sp.</i>
40	<i>Micropogonias ectenes</i>	81	<i>Urobatis halleri</i>
41	<i>Micropogonias megalops</i>	82	<i>Urobatis maculatus</i>

El ajuste del modelo exponencial para la curva de acumulación de especies fue $S_n = (5.82 (1 - \exp(-0.007 f))) / 0.007$, donde el número máximo predecible es de 88 especies. En el actual muestreo se determinó 82 especies representando el 92% del máximo, un valor aceptable tomando en cuenta el esfuerzo de 32 muestreos con cerca de 30 horas de arrastre acumulados (Figura 4).

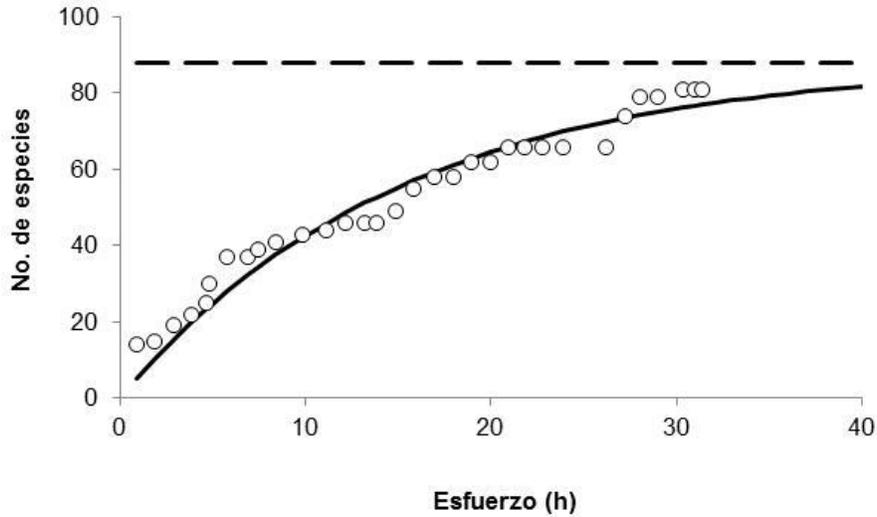


Figura 4. Número de especies acumuladas en los muestreos realizados con red de arrastre en el Alto Golfo. En línea punteada el número máximo de especies proyectadas de acuerdo al modelo exponencial.

Un análisis de clúster jerárquico para las presencias de las especies observadas, entre las estaciones de muestreo, no mostró claras diferencias entre las dos principales zonas de muestreo (Santa Clara y San Felipe), donde se deduce que podría existir una similitud en la comunidad capturada con redes de arrastre, en ambas zonas (Figura 5).

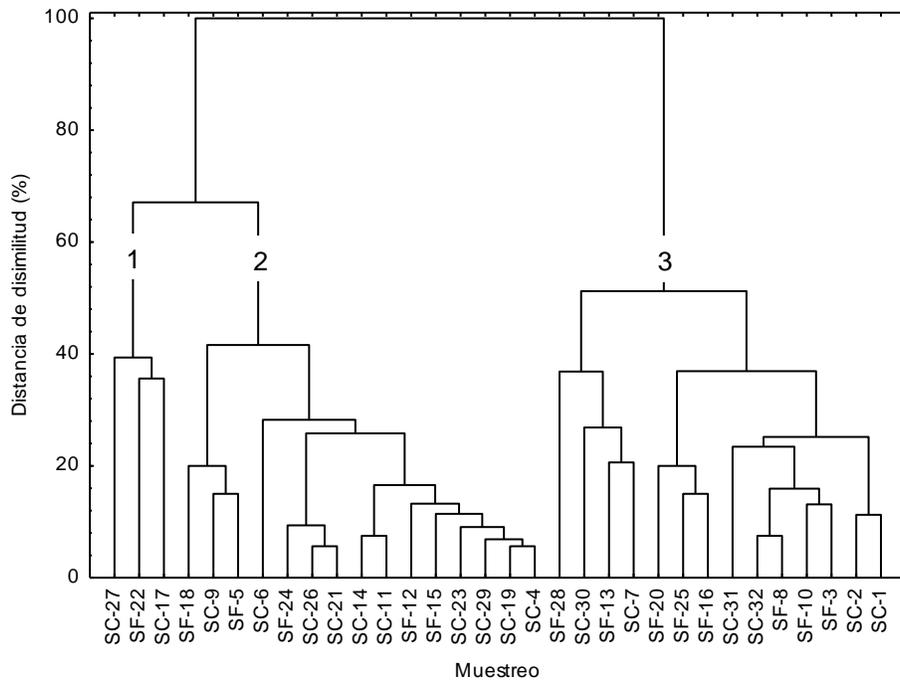


Figura 5. Agrupamientos de las muestras de fauna que se tomaron en la captura con red de arrastre en el Alto Golfo. SC Santa Clara y SF San Felipe. Cluster con el método Ward's y cuadrado de la distancia Euclidiana.

La abundancia de las especies en número de acuerdo a la captura total, detalla que ocho especies superan el 80% de la captura, las especies más abundantes fueron las jaibas (*Callinectes sp.*), los chanos (*Micropogonias sp.*), las curvinas (*Cynoscion sp.*) las rayas (*Urobatis halleri*), el boca dulce (*Menticirrhus nasus*) y el calamar (*Loligo panamensis*) (Figura 6). La presencia de especies por muestreo señala a las jaibas, curvinas y chanos como los de mayor presencia superando el 90% de los muestreos, seguido del grupo de las rayas con el 80%, y los roncocos con el 60% (Figura 7).

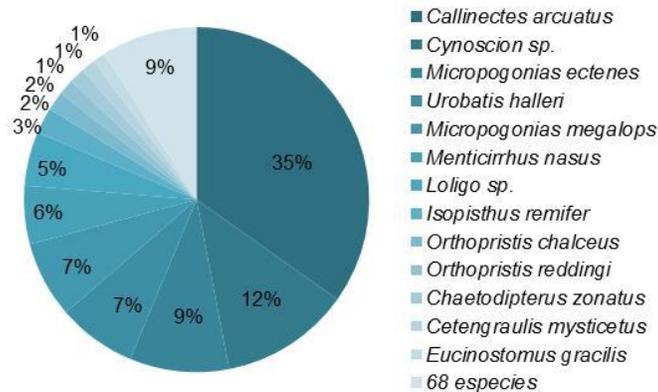


Figura 6. Abundancias del número de organismos en porcentajes del total de capturas realizadas en el Alto Golfo con red arrastre.

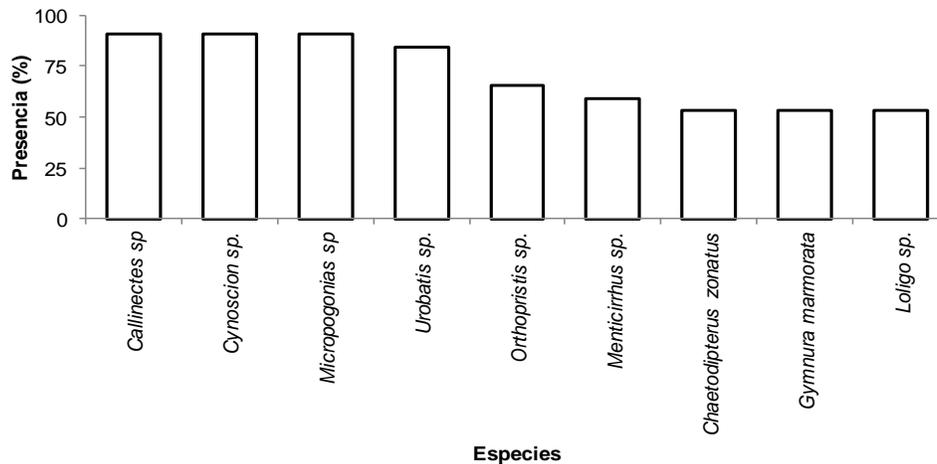


Figura 7. Especies que aparecieron por le menos en la mitad de los muestreos de fauna con red de arrastre en el Alto Golfo.

Al aplicar el análisis de clasificación y ordenación para la presencia de las especies capturadas, se obtuvo un patrón general de la estructura de la comunidad en el sistema (Figura 8). Los análisis mostraron dos grandes grupos de especies asociadas. El grupo I formado por las especies abundantes o dominantes en la comunidad, y el grupo II con especies cuya abundancia fue escasa o cuya presencia en las capturas fue rara. De esta manera, se deduce que en el grupo I están presentes las especies que constituyen la

base de la estructura de la comunidad íctica y son susceptibles a un mayor impacto por parte de las redes de arrastre en este ecosistema. Las especies son jaibas, curvinas, chanos, rayas, boca dulce, calamar, manta, sardina y botete.

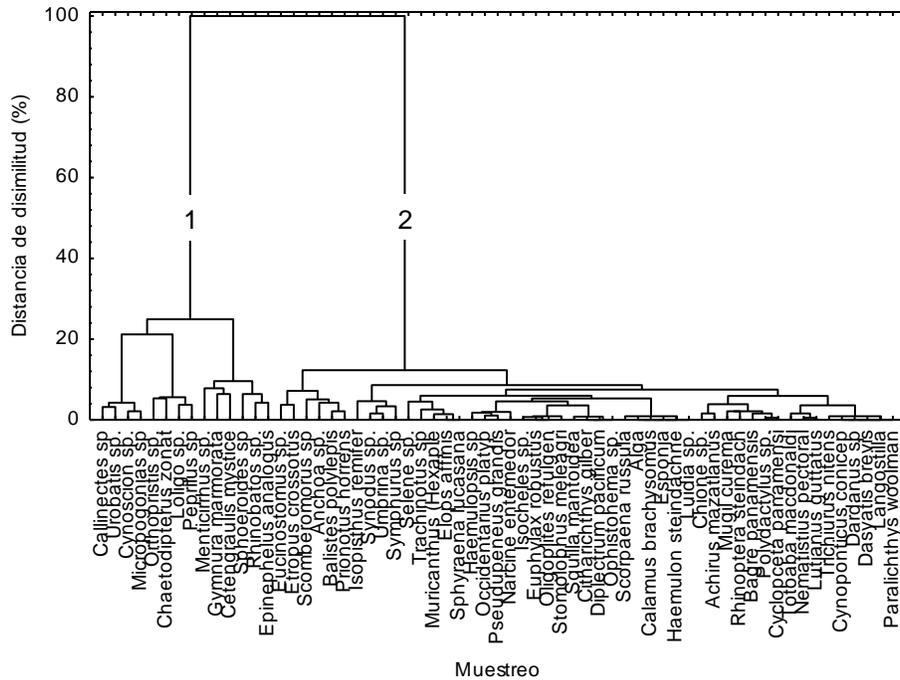


Figura 8. Agrupamientos de las especies capturadas como fauna acompañante de la red de arrastre en el Alto Golfo. Cluster con el método Ward's y cuadrado de la distancia Euclidiana.

En la figura 9 se muestra el dendrograma obtenido de la matriz de agrupamiento de las listas de especies de peces del Pacífico mexicano (Madrid-Vera, 1998). En él se puede observar la formación de tres grandes grupos. El grupo A se encuentra Alto Golfo relacionándose a la bahía de La Paz y a la plataforma continental de Sinaloa. El grupo B la plataforma continental de Nayarit hasta Guerrero. Y en el grupo C la zona de Papagayo hasta el Golfo de Tehuantepec incluyendo Clipperton y Revillagigedo.

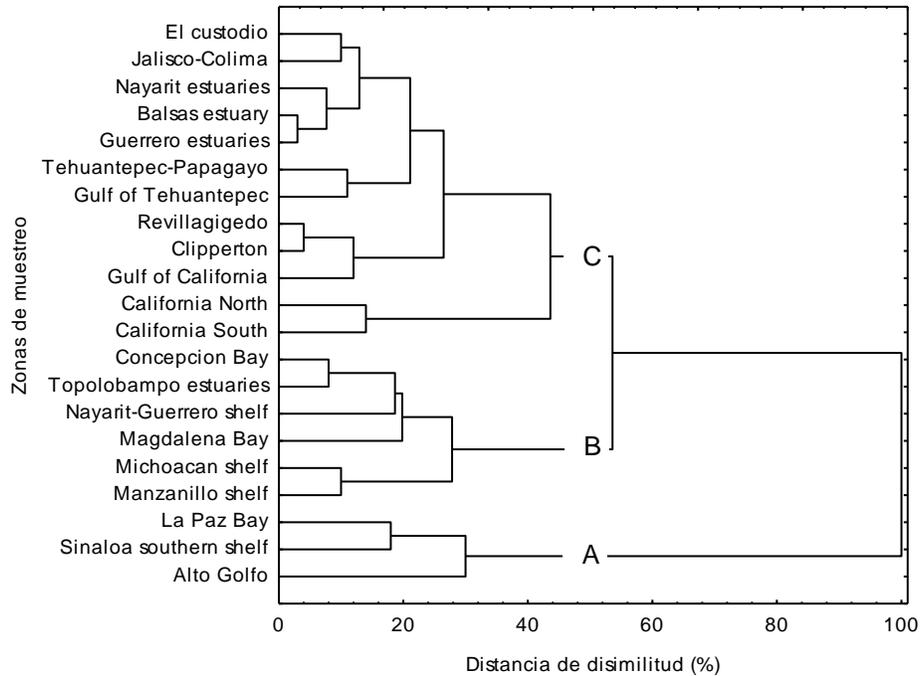


Figura 9. Agrupamiento de las diferentes zonas del Pacifico Mexicano de acuerdo a la presencia de especies reportadas. Cluster con el método Ward's y cuadrado de la distancia Euclidiana. El Alto Golfo se agrupa con las listas de especies de la bahía de la Paz y las listas de la plataforma continental de Sinaloa.

El producto cruzado de las figuras 8 y 9 produce la tabla 2, el Alto Golfo se encuentra en la zona A. El grupo de especies 2 son las más abundantes en el Alto Golfo. Sumadas las contribuciones del grupo A indican un aporte a nivel porcentual del 36% la cual es mayor que en las otras zonas, que indica que las especies abundantes en toda la región del Pacífico desde California norte hasta las costas de Papagayo en Costa Rica están bien representadas en la zona del Alto golfo. El grupo A incluye las listas de especies de la bahía de la Paz y las listas de la plataforma continental de Sinaloa.

Tabla 2. Análisis nodal que se deduce del producto cruzado de las figuras 8 y 9. El Alto Golfo se encuentra en la zona A. El grupo de especies es de las más abundantes en el Alto Golfo

Especie	Zonas		
	A	B	C
1	21	29	19
2	15	3	13

Las curvas de selectividad obtenidas a nivel familia de tres grupos de importancia ecológica de acuerdo a los resultados anteriores se muestran en la figura 10. Con respecto a las Scianidos (curvinas) y los Portunidos (jaibas), no se muestran diferencias significativas en las tallas de captura con respecto a los dos tipos de red, donde el promedio de la captura se encuentra en las 160 mm de longitud total para las curvinas y 82 mm de ancho de caparazón para las jaibas (Figura 10a y b). Caso diferente sucede en los hemúlidos (burros) donde se observa que la red modificada captura tallas mayores que la red prototipo, el promedio de la captura de la red modificada es de 172 mm de longitud total, 35 mm más que la red prototipo (Figura 10c). Se destaca que las especies de esta última familia no tiene un valor comercial para los pescadores locales.

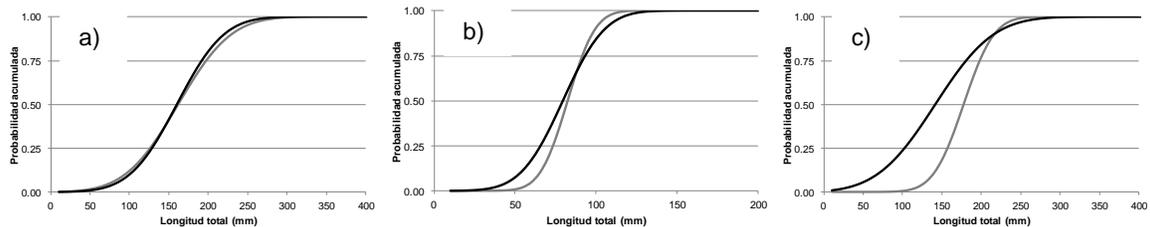


Figura 10. Curvas de selectividad de las familias más representativas capturadas en el Alto Golfo por red de arrastre. En línea negra la red prototipo y en línea gris la red modificada. a) Sciaenidae, b) Portunidae y c) Haemulidae

Debe considerarse que algunos de las especies de mayor impacto ecológico, como las curvinas y los chanos, está conformado por especies que son aprovechadas comercialmente por los pescadores para su comercialización local y constituyen la base de la estructura de la comunidad, por ello, un seguimiento de las capturas de estos recursos se considera pertinente, ya que puede ser utilizado como un indicador del estado de la estructura de la comunidad y de la incidencia de la pesquería de camarón sobre ella, lo cual a su vez podría ser utilizado como un nuevo elemento de manejo para la pesquería de camarón a un nivel ecosistémico.

Discusión y conclusiones

En general este trabajo indica que las especies abundantes en el alto golfo están bien representadas a lo largo del Pacífico desde Centro América hasta las costas de California. Las listas de especies con las que se comparan proceden en buena parte de redes de arrastre; otras más incluyen a todas las artes de pesca. El elenco actual de las especies de peces sometidas a explotación indica que el Alto Golfo comparte las especies muy abundantes, cuando estas definen el análisis. Un análisis más detallado por ejemplo de la figura 9, indica que tiene mayor similitud con las listas de la Bahía de La Paz y la plataforma continental de Sinaloa, es decir el golfo de California, sin compartir estuarios de Topolobampo. La hipótesis que se deriva es que el impacto de las redes de arrastre y de enmalle ya se observa en las similitudes de las listas desde California a Costa Rica.

Un análisis detallado de los muestreos realizados en el alto Golfo de California genera diversos escenarios. Entre estos que las comunidades de peces son compartidos por el Golfo de California en primera instancia y en segunda instancia comparte todas las especies desde Costa Rica hasta California. Hechas estas consideraciones y retomando la literatura publicada que se refleja en los análisis es posible plantearse los cambios en el Alto Golfo con la introducción de redes de arrastre:

1. Si las comunidades biológicas con las que se compara son sujetas de explotación con redes de arrastre y de enmalle, el escenario actual del Pacífico mexicano es el futuro en el Alto Golfo y que de hecho ya lo es.
2. Otro escenario que se puede considerar es si otras pesquerías con redes de arrastre persistan en la zona y si esta es de al menos 15% del actual, el escenario sería similar al de todo el Pacífico mexicano.
3. Si se reduce en valores menores al 15% la predominancia sería para los organismos que resiste el efecto de las redes de arrastre, para los peces: roncachos y lenguados; crustáceos: las jaibas y cangrejos y entre los moluscos los caracoles negros; también el predominio de cangrejos ermitaños y estrellas sería posible. Las vedas podría proteger a las especies de importancia comercial tal y como sucede en todo el Pacífico.

Literatura citada

Arkema KK, Abramson SC y Dewsbury MB. 2006. Marine ecosystem-based management: from characterization to implementation. *Front. Ecol. Environ*, 4(10): 525-532.

Beddington JR, Agnew DJ y Clark CW. 2007. Current Problems in the Management of Marine Fisheries Science Vol. 316, pp.1713-1716.

Francis CR, Hixon AM, Clarke ME, Murawski AS y Ralston S. 2007. Ten Commandments for Ecosystem-Based Fisheries Scientists. *Fisheries in Press* May 28 issue.

Madrid-Vera J, 1998. Aspectos de la ecología, las pesquerías y la biogeografía de los peces costeros de Michoacán y Colima, México. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 247 p.

Madrid-Vera J, Amezcua F y Morales-Bojorquez E. 2007. An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp-trawl fishery. *Fisheries Research* 83 (2007) 81–89.

Madrid-Vera J, Aguirre Villaseñor H, Campos Alfaro T, Moreno Borrego V, Hernández V, Rodríguez Preciado JA, Meraz Sánchez R, Visauta Girbau, Lupio Rodríguez AM y Moreno Flores JD. 2008. Prospección, evaluación y manejo de especies marinas y estuarinas capturadas como fauna acompañante de la pesquería del camarón. INAPESCA DGIPPN, 90 pp. Mazatlán, Sinaloa, México

Madrid-Vera J, Girbau VE y Aguirre-Villaseñor H. 2010. Assessment of the temporal changes in the fauna of the trawl catch from the mouth of Rio Baluarte in the southeastern Gulf of California, Mexico. Marine Ecology Progress Series.