

UC San Diego

Technical Reports

Title

Programa de innovación científica, actividad pesquera sostenible en Bahía Magdalena, B.C.S.

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/54z174kq>

Authors

Jiménez-Esquivel, Victoria
Mendez-Espinoza, Dayana
Mascareñas-Osorio, Ismael
et al.

Publication Date

2019-10-27

Copyright Information

This work is made available under the terms of a Creative Commons Attribution-NonCommercial License, available at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Programa de innovación científica como herramienta para el fortalecimiento de la actividad pesquera sostenible en Bahía Magdalena, B.C.S.

Responsable Técnico. *Juan José Cota-Nieto

Co-autores. *Jiménez-Esquivel Victoria, *Mendez-Espinoza Dayana, *Mascareñas-Osorio Ismael y ϕ López-Sagastegui Catalina.

*Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C.
 ϕ UCMexus, University of California Institute for Mexico and the United States.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Cooperativas pesqueras, Comercializadoras y Técnicos Comunitarios de Puerto Adolfo López Mateos, Puerto San Carlos y Puerto Chale que apoyaron y participaron en este proyecto.

Agradecemos a los Pescadores que han colaborado con su tiempo y equipo para portar los GPS data loggers (trackers) y coleccionar la información. Finalmente, queremos agradecer al Fondo Sectorial de Investigación Ambiental (FSIA) SEMARNAT-CONACYT con clave S0010-2015-1 #263050 y a la Walton Family Foundation que han financiado este proyecto.

Citar este documento de la siguiente manera:

Cota-Nieto, J.J., Jiménez-Esquivel, V., Méndez-Espinoza, D., Mascareñas-Osorio, I., López-Sagastegui C. 2017. Programa de innovación científica como herramienta para el fortalecimiento de la actividad pesquera sostenible en Bahía Magdalena, B.C.S. Reporte FONSEC SEMARNAT-CONACYT. No. 263050. Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C.-Gulf of California Marine Program.

Antecedentes

Los ecosistemas marinos que rodean la península de Baja California se caracterizan por una gran abundancia y riqueza de especies marinas de importancia cultural y comercial (Sala et al. 2002, Sala et al. 2003, Velarde et al. 2004, Aburto-Oropeza et al. 2008, Erismán et al. 2010). Los recursos naturales costeros y marinos sustentan economías locales y regionales, las cuales a su vez contribuyen a la economía y al desarrollo nacional (Cisneros-Mata 2010). Sin embargo, el deterioro ambiental es visible tanto en el Golfo de California como en las costas del Pacífico, siendo la pérdida de ecosistemas críticos como los bosques de manglar y la sobreexplotación de especies comercialmente importantes las pérdidas más sobresalientes (Cartamil et al, 2011).

La mayoría de la producción pesquera de B.C.S. proviene de Bahía Magdalena-Almejas, y en los últimos 10 años esta producción ha disminuido provocando caídas en la rentabilidad de la actividad y, por consiguiente, en la economía local (Ojeda-Ruiz y Ramírez 2012). Existe conflicto entre el sector pesquero y el sector conservación en esta región debido al alto valor de las especies que se aprovechan y la presencia de especies y hábitats prioritarios como las tortugas marinas y los manglares. Entender la relación entre los usuarios de los recursos, el mercado, el sistema pesquero y las especies que forman el ecosistema es fundamental para garantizar que el desarrollo social esté acompañado de estrategias que garanticen la sustentabilidad de los recursos naturales a largo plazo (Jentoft et al. 1998; Berkes 2009).

Ante esta situación, identificamos la necesidad de llenar huecos en la información sobre la actividad pesquera y los recursos que se aprovechan. Desde el 2012, el Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C. (CBMC) trabaja en las comunidades de Puerto Adolfo López Mateos (PALM), Puerto San Carlos (PSC) y Puerto Chale (PCH) en el Complejo Lagunar Bahía Magdalena-Almejas desarrollando un programa de monitoreo pesquero con la participación de los usuarios de los recursos. El uso de tecnología como los GPS trackers es crucial para generar datos pesqueros actualizados y a una escala fina de detalle. Actualmente el programa cuenta con la participación de 200 pescadores que pertenecen a distintas Cooperativas y Federaciones pesqueras, que generan en promedio 125 archivos (viajes de pesca). Nuestro equipo ha establecido una red colaborativa que incluye a pescadores, académicos y autoridades; sin embargo, la demanda de datos robustos nos lleva a comenzar una etapa de fortalecimiento que incluye integrar a nuevos participantes que beneficien la representatividad no sólo de los datos generados, sino de la diversidad de actores.

Objetivos y metas

Objetivo General:

Establecer un programa de investigación permanente entre científicos y comunidad pesquera para definir, desarrollar y promover herramientas que incidan en el buen manejo de las actividades pesquero/productivas a mediano y largo plazo.

Objetivo específico 1

Analizar los datos históricos y actuales de producción pesquera generados por las oficinas de CONAPESCA en Bahía Magdalena - Almejas para estimar el valor económico pesquero de tres comunidades locales.

Meta. Una caracterización de la producción pesquera en Bahía Magdalena – Almejas.

Resultados. Una base de datos que integre al menos 15 años (2001-2015) de información pesquera en Bahía Magdalena – Almejas para comprender la importancia económica de los recursos pesqueros de la región.

Productos. Una publicación en dataMares sobre la importancia económica de Bahía Magdalena – Almejas. Reporte Técnico final.

Objetivo específico 2

Describir la dinámica espacial y temporal de las pesquerías artesanales más importantes en Bahía Magdalena [e.g. pierna (*Caulolatilus princeps*), verdillo (*Paralabrax nebulifer*), camarón (*Penaeus sp.*, *Farfantepenaeus californiensis*), jaiba (*Callinectes sp.*), jurel (*Seriola lalandi*), meros y cabrillas (*Epinephelus sp.*, *Mycteroperca sp.*), estacuda (*Hyporthodus niphobles*), botete (*Sphoeroides annulatus*), huachinango (*Lutjanus peru*), mantas (*Rhinoptera steindachneri*, *Myliobatis sp.*), vieja (*Semicossyphus pulcher*), pargos (*Lutjanus sp.*), tiburones (*Mustelus sp.*, *Carcharhinus sp.*, *Sphyrna sp.*)] Involucrando activamente a los pescadores para generar la información espacio – temporal y pesquera.

Meta. Generar información espacial de las pesquerías más importantes de Bahía Magdalena.

Resultados. Crear un SIG que integre la información espacio-temporal de monitoreo pesquero para las especies comerciales más importantes de la región y compartirlo a través de la plataforma Blueprints for Sustainability.

Productos. Mapas interactivos que describan la actividad pesquera de la región por recurso con información generada en el Programa de Trackers hasta marzo de 2017. Mapas interactivos que describan la intensidad pesquera de la región por recurso con información generada en el Programa de Trackers hasta marzo 2017. Integración de la información generada en una plataforma SIG.

Objetivo específico 4

Integrar y compartir esta información con la comunidad, tomadores de decisiones y público en general.

Meta. Generar y compartir materiales gráficos de alto impacto.

Resultados. Generar una serie de infografías que sirvan como antecedentes de nuestro trabajo sobre la implementación del Programa de Trackers en Bahía Magdalena – Almejas.

Productos. Infografías con los resultados de implementación del Programa de Trackers en Bahía Magdalena – Almejas.

Instituciones participantes

Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C. Institución coordinadora y responsable del proyecto.

Federación Regional de Sociedades Cooperativas Adolfo Beltrán Camacho S.C.L. Grupo de pescadores/colaboradores dentro del programa trackers en Bahía Magdalena – Almejas.

Federación Regional de Sociedades Cooperativas Pescadores de Bahía Magdalena S.C.L. Grupo de pescadores/colaboradores dentro del programa trackers en Bahía Magdalena – Almejas

Sociedad Cooperativa de Recursos Limitados Gómez-Castellanos S.C. de R.L. Grupo de pescadores/colaboradores dentro del programa trackers en Bahía Magdalena – Almejas.

Sociedad Cooperativa Hermanos Calderón S.C. de R.L. Grupo de pescadores/colaboradores dentro del programa trackers en Bahía Magdalena - Almejas.

Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera La Ultima S.C. de R.L. Grupo de pescadores/colaboradores dentro del programa trackers en Bahía Magdalena - Almejas.

Sociedad Cooperativa San Carlos S.C. de R.L. Grupo de pescadores/colaboradores dentro del programa trackers en Bahía Magdalena - Almejas.

Unión de Permisarios de Puerto San Carlos, B.C.S. Grupo de pescadores/colaboradores dentro del programa trackers en Bahía Magdalena - Almejas.

Metodología

Compilación de información pesquera

A través del programa de monitoreo pesquero del CBMC, solicitamos a la CONAPESCA en Mazatlán, Sinaloa, la base de datos pesquera de México para el periodo 2001 a 2015 (la base de datos estandarizada está disponible en el portal de **dataMares** [<http://datamares.ucsd.edu/esp/>] solicitándola al administrador). Utilizamos la plataforma dataMares, una plataforma que se creó para integrar y compartir datos científicos de forma abierta y segura, para compartir de manera abierta las bases de datos generadas durante este proyecto.

Inicialmente solo contemplamos analizar los datos de la CONAPESCA de 2001 a 2013, pero consideramos oportuno integrar 2 años más para tener una serie de tiempo actualizada en nuestros análisis (2001-2015). Hasta el 2007, Puerto Adolfo López Mateos tenía Oficina de Pesca y en ella concentraba los estadísticos pesqueros. A partir del 2008, estos datos pesqueros se integran a otras oficinas de pesca lo cual complicaba dar un seguimiento de los datos de esta comunidad con mayor certeza. Tuvimos que depurar la base de datos pesquera de la CONAPESCA (>3 millones de datos), utilizamos los datos de las oficinas que incluyen información de Bahía Magdalena (Puerto Adolfo López Mateos, Puerto San Carlos, Cd. Constitución y La Paz) e hicimos análisis de tendencia de capturas, patrones pesqueros, poblaciones y reproductivos y análisis económicos de las pesquerías ribereñas más importantes de este complejo lagunar.

Generación de datos espaciales y pesqueros: Programa de Trackers

Trabajamos directamente con los pescadores de Puerto Adolfo López Mateos (PALM), Puerto San Carlos (PSC) y Puerto Chale (PCH) para que utilizaran los dispositivos de almacenamiento (GPS trackers) durante sus viajes de pesca. Por cada viaje de pesca registrado con el tracker, se recopiló información de la captura que incluye: especies objetivo, volumen de captura (kg/especie), precio (kg/especie) y arte de pesca utilizado. Para documentar el registro de toda esta información y transferencia de datos se requiere de técnicos comunitarios en cada localidad: dos personas en Puerto Adolfo López Mateos, dos personas en Puerto San Carlos y una persona en Puerto Chale. Ellos son los responsables de entregar y recoger los trackers a los pescadores, anotar la información pesquera asociada al viaje de pesca y enviar los datos pesqueros y archivos generados por los trackers a los responsables de analizar la información espacial del CBMC (Victoria Jiménez Esquivel y Dayana Méndez Espinoza).

Análisis de información espacial (SIG)

Generamos un Sistema de Información Geográfica (SIG) donde vaciamos toda la información que se generó en este proyecto con los GPS trackers. La información

espacio-temporal de la actividad pesquera consta de dos componentes principales: a) la información espacial que contiene las coordenadas (latitud, longitud), velocidad y duración de cada viaje de pesca y; b) la información pesquera que consta de nombre del archivo (es un código alfanumérico), especie objetivo, total de captura (kg), precio por kilo (pesos), arte de pesca utilizado y las características generales de la embarcación (motor, longitud de la embarcación).

La información espacial de cada viaje de pesca se descarga utilizando el software CanWay el cual permite visualizar la ruta en Google Maps, con esto aseguramos la eliminación de datos incompletos o erróneos. Este mismo programa exporta los archivos a formato 'csv' el cual es compatible con los programas de SIG. Ya transformadas las rutas de los datos espaciales, se importó a un SIG usando el software ArcGIS™ 10.3, con el cual se calculó la distancia recorrida en cada viaje. Finalmente se obtuvo el tiempo que los pescadores invierten en cada jornada de trabajo para cada viaje de pesca a partir de un modelo en MatLab. La información pesquera se relacionó con su respectiva ruta mediante el nombre del archivo (código alfanumérico).

Los puntos de pesca se digitalizaron a partir de las rutas obtenidas de los GPS trackers, utilizando como referencia la velocidad y la maniobra de acuerdo a cada pesquería. Se analizaron los datos espaciales de cada viaje de pesca para identificar las zonas de captura utilizando la herramienta 'model builder' en ArcGIS10.1. La zona de pesca se representa como un punto, identificado como el centroide de una línea. Hemos validado nuestro método directamente con los pescadores para confirmar nuestras estimaciones. Con esta información se crearon mapas que describen espacialmente la intensidad pesquera (áreas de pesca visitadas con mayor frecuencia por los pescadores) para cada uno de los recursos monitoreados. Además, se estimó el área de pesca total que los pescadores utilizan para cada pesquería mediante el trazado de forma simultánea, todos los puntos se marcaron en un mapa y se utilizó la herramienta de distribución direccional (*directional distribution*) en ArcGIS10.1 para crear una elipse centrada en la media de todas las zonas de pesca. Se utilizan dos desviaciones estándar para cubrir un intervalo de confianza del 95% para cada pesquería y se creó un polígono alrededor de los límites exteriores usando la herramienta de agregación de puntos (*aggregate points*) para calcular el área del polígono para cada pesquería.

Redes de mercado de los principales recursos pesqueros monitoreado con el programa de trackers del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Para determinar cuáles son los actores que conforman la cadena de producción, realizamos recorridos por las comunidades de Puerto Adolfo López Mateos (PALM) y Puerto San Carlos (PSC) para obtener la ubicación geográfica de cooperativas pesqueras y comercializadoras de productos pesqueros (85 registros en total) utilizando un *Garmin GPS*. Cada sitio se integró a un mapa que muestra la distribución espacial de dichos actores. Utilizamos, como referencia, la lista de cooperativas que solicitamos a través de INFOMEX (IFAI). Además, nuestros técnicos comunitarios nos acompañaron en este proceso.

Para caracterizar los vínculos o relaciones y los flujos comerciales entre los diferentes actores, realizamos una entrevista en comercializadora para obtener información cualitativa acerca de los productos que comercializa, a quién le compra y/o de quién recibe el producto marino, y a quién le distribuye y/o vende sus productos. La información se integró en una base de datos en Microsoft excel para generar una matriz de ausencia (0) y presencia (1) con todos los sitios que conformen la cadena productiva. Con esta información obtuvimos dos mapas de la cadena productiva de los principales recursos pesqueros de la región.

Comunicación y divulgación de resultados

Utilizamos la plataforma dataMARES (<http://datamares.ucsd.edu/esp/>) para compartir de manera abierta las bases de datos generadas por este proyecto. DataMARES es una plataforma que se creó para integrar y compartir datos científicos de forma abierta y segura. La plataforma fue diseñada bajo una interface interactiva y abierta (*open source*) para ayudar a buscar soluciones que apoyen y faciliten el diseño y formulación de políticas relacionadas con los ecosistemas y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Utilizamos la herramienta de *Blueprints for Sustainability* (<http://blueprints.ucsd.edu/>) para compartir los resultados espaciales generados por este proyecto. Blueprints for Sustainability es un espacio para documentar la coproducción de datos e información que pueden apoyar los procesos de planificación espacial. La idea detrás de estos Blueprints es proporcionar un espacio abierto para que los científicos y el público aporten con su conocimiento e información sobre un lugar o área en particular. El *Blueprint for sustainability* es una plataforma dinámica y única al mismo tiempo. Cada Blueprint representa una publicación de datos que están bajo una revisión colegiada científica, pero que también permite que cualquier persona pueda acceder y contribuir con el fin de traer herramientas que ayuden a la transparencia y la educación. El objetivo final de la plataforma es poder divulgar, compartir y realizar análisis simples de información espacial en distintos formatos compatibles con plataformas SIG.

Resultados

Compilación de información pesquera

De acuerdo con los datos de la CONAPESCA (2001-2015), en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas la flota ribereña aprovecha 121 recursos. En PALM se aprovechan 91 recursos que representan el 75.2% del total aprovechados en el complejo lagunar, en PSC 119 recursos (98.3%) y 80 (66.11%) en PCH.

Estimamos la importancia de los recursos respecto a sus capturas al 70% ya que las pesquerías de esta zona es multiespecífica lo que dificulta el análisis. En PALM 14 recursos representan el 70% de las capturas y el 46% de ingresos económicos de la comunidad. Aunque se aprovechan recursos de alto valor comercial (p.e. camarón azul, camarón café), los volúmenes de captura no son significativos (>23 y 16 toneladas respectivamente). Los recursos escama, así como los tiburones y mantas, son recursos muy importantes en esta comunidad. En PSC existe una amplia diversidad de recursos pesqueros pero solamente cuatro (catarina, calamar, pierna y verdillo) conforman el 70% de las capturas y el 32% de los ingresos económicos totales de la comunidad. También se comercializan recursos de alto valor comercial (p.e. camarón azul, camarón café, almeja generosa) pero no sobresalen en las capturas como los recursos antes mencionados. PCH, la comunidad más sureña del complejo, aprovecha distintos recursos; sin embargo 13 pesquerías conforman el 70% de las capturas y el 46% de los ingresos económicos. Las almejas y otros moluscos son de los más representativos, pero los recursos de escama, tiburones y mantas también juegan un papel importante en la economía local. A continuación se muestra la tabla con los recursos más importantes, respecto a capturas y las ganancias económicas de las tres comunidades del complejo lagunar.

Tabla 1. Composición de capturas de las pesquerías ribereñas del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas de 2001-2015 organizado por recurso, captura y ganancia económica.

Puerto Adolfo López Mateos				
Recurso	Capt. prom. anual (tons)	Ganancia prom. (millones pesos)	% de captura (tons)	% ganancia (millones pesos)
Verdillo	232.17	0.97	13.06	5.31
Catarina	230.78	1.22	12.98	6.66
Cazón	127.94	1.10	7.20	5.99
Sierra	86.28	0.76	4.85	4.13
Tiburón	84.60	0.74	4.76	4.06
Manta	65.02	0.41	3.66	2.25
Pampano	60.85	0.31	3.42	1.70
Pata de mula	60.78	0.18	3.42	0.98
Cabicucho	58.00	0.59	3.26	3.22
Tiburón azul	52.34	0.31	2.94	1.68
Lenguado	46.46	0.76	2.61	4.18
Ronco	45.80	0.21	2.58	1.17
Bocadulce	44.88	0.21	2.52	1.14
Jaiba	44.11	0.61	2.48	3.32
Total	1240	8	70	46

Puerto San Carlos				
Recurso	Capt. prom. anual (tons)	Ganancia prom. (millones pesos)	% de captura (tons)	% ganancia (millones pesos)
Catarina	7206.99	38.75	49.24	24.67
Calamar	2069.43	5.35	14.14	3.41
Pierna	568.93	4.62	3.89	2.94
Verdillo	479.17	2.11	3.27	1.34
Total	10325	51	70	32

Puerto Chale				
Recurso	Capt. prom. anual (tons)	Ganancia prom. (millones pesos)	% de captura (tons)	% ganancia (millones pesos)
Catarina	70.29	0.42	9.93	3.80
Lisa	57.84	0.36	8.17	3.19
Tiburón azul	53.04	0.39	7.49	3.47
Manta	47.11	0.31	6.65	2.80
Chocolata	46.74	0.30	6.60	2.66
Pata de mula	44.50	0.08	6.29	0.73
Verdillo	27.99	0.18	3.95	1.58
Callo de hacha	27.06	1.65	3.82	14.81
Sierra	26.37	0.25	3.72	2.27
Botete	25.94	0.50	3.66	4.46
Jurel de castilla	20.93	0.22	2.96	2.01
Pierna	20.51	0.22	2.90	1.96
Corvina	17.92	0.20	2.53	1.76
Total	486	5	70	46

Fuente: CONAPESCA, Mazatlán, Sinaloa, México.

PALM es la comunidad más noroeste del complejo lagunar. Aquí existen 230 embarcaciones registradas oficialmente las cuales se dedican a la captura de distintas pesquerías utilizando artes de pesca definidos como red de arrastre para camarón, piola y anzuelo para especies de peces, red y cimbra para tiburones y mantas. Analizando los datos de la CONAPESCA encontramos que la pesquería del camarón café, en la cual participan 86 embarcaciones, fue importante en 2004 y 2005. En ese periodo las capturas registradas fueron entre 95 y 67 toneladas, representando 3.1 y 2.1 mdp respectivamente. A partir de 2008 hasta 2015 esta pesquería no ha sobrepasado las 20 toneladas en sus capturas siendo el 2011 el más importante de ese periodo con ganancias de 1.5 mdp. Por otro lado, en las pesquerías de peces escama participan 78 embarcaciones. El huachinango es un recurso escama considerado de alta calidad. Aunque en PALM no sobresale por sus capturas, representa un ingreso económico importante para la comunidad. En el 2004, esta pesquería registró la mayor

captura; 15 toneladas que representaron 250 mil pesos. Otros recursos de peces como los meros y cabrillas también son de alto valor comercial. En 2007 y 2008 se registraron 95 y 78 toneladas generando 2.7 y 2.3 mdp respectivamente. La pesquería de tiburones y mantas, con 30 embarcaciones participando, ha sido muy importante en esta comunidad y a partir del 2007, esta pesquería aumentó en sus capturas hasta el 2011 con casi 1000 toneladas y 7 mdp en ingresos económicos. Las capturas disminuyeron hasta 400 toneladas en el 2014 generando 4 mdp, y en el 2015 se reportaron cerca de 750 toneladas con ganancias de casi 7.2 mdp.

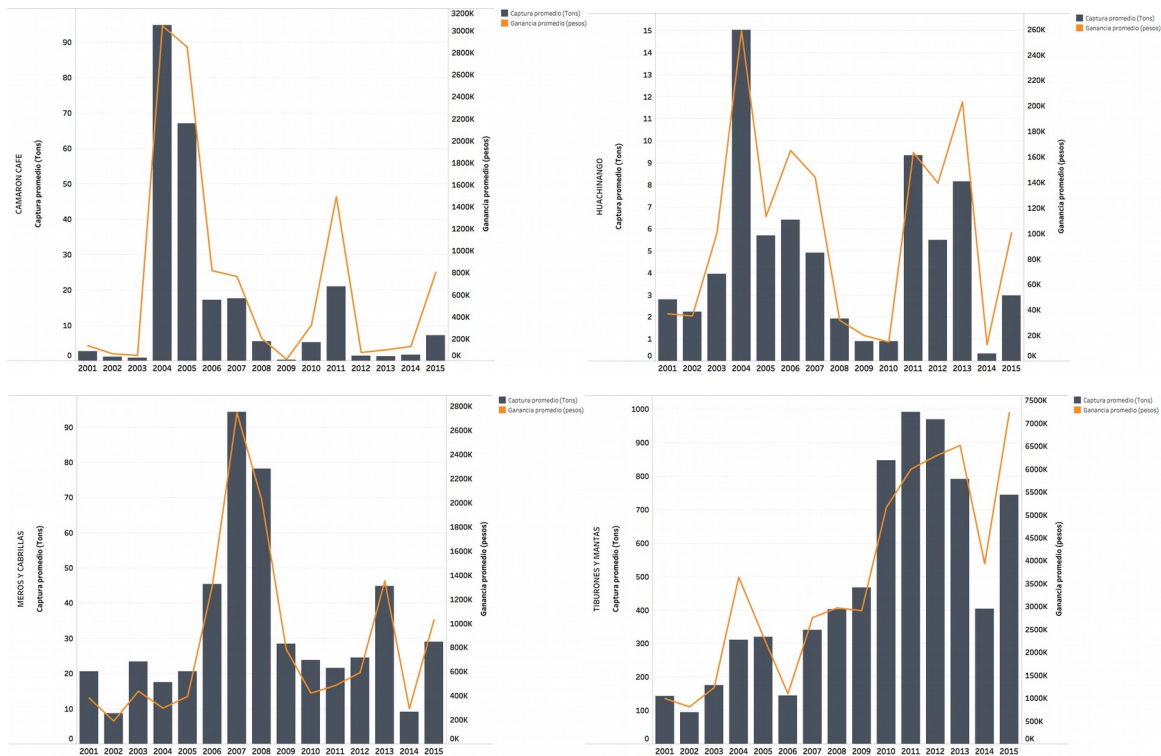


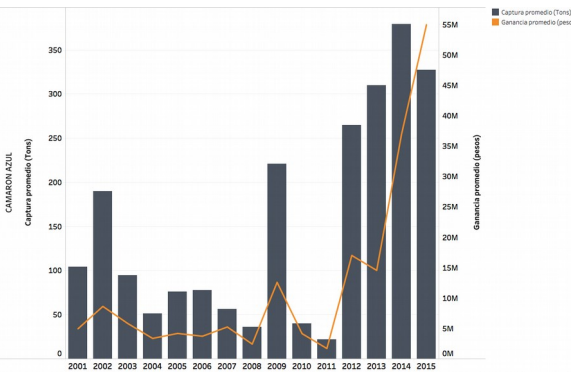
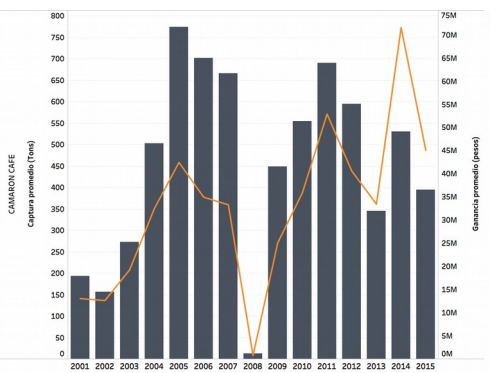
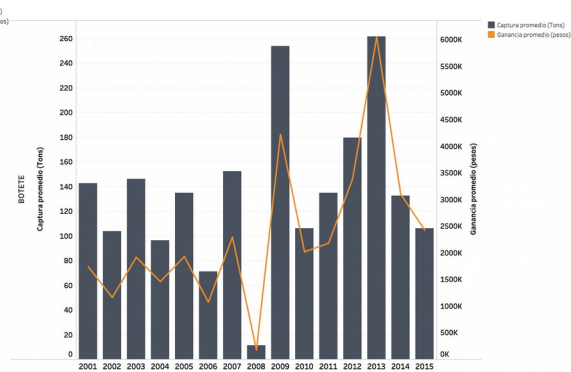
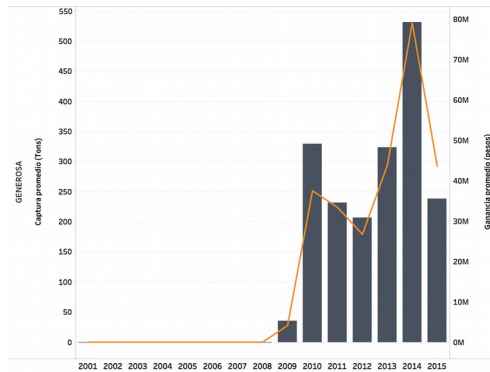
Figura 1. Tendencias anuales de las capturas pesqueras (toneladas) y ganancia promedio (mdp) del periodo 2001-2015 de las cuatro pesquerías monitoreadas en el programa de trackers (camarón café, huachinango, meros y cabrillas y tiburones y mantas) en Puerto Adolfo López Mateos.

Fuente: CONAPESCA, Mazatlán, Sinaloa, México.

PSC es la comunidad con mayor población pesquera del complejo lagunar y por lo tanto con la mayor flota pesquera ribereña. Existen 646 embarcaciones registradas dedicadas a distintas pesquerías utilizando diferentes artes de pesca (hooka, red de arrastre, red agallera, red para tiburones y mantas, piola y anzuelo y trampa para peces). Los recursos como la almeja generosa, camarón café y azul, así como la pierna y tiburones y mantas son los más importantes en cuanto a ingresos económicos. La pesquería de almeja

generosa (41 embarcaciones) tomó importancia en el 2010 con capturas de 330 toneladas y generando casi 40 mdp. En el 2014 las capturas alcanzaron su máximo histórico con 525 toneladas y cerca de 80 mdp. La pesquería del camarón azul y café (155 embarcaciones) también son bien remuneradas, siendo esta última la que genera la mayor derrama económica. En el 2005, el camarón café reportó cerca de 770 toneladas y cerca de 41 mdp. En el 2014, la pesquería del camarón azul tuvo el máximo registro en captura con 370 toneladas y cerca de 40 mdp.

La pesquería de botete registró capturas superiores a las 260 toneladas con ingresos económicos directos de más de 6 mdp en el 2013. El huachinango tuvo su producción máxima en el 2001 con 63 toneladas y cerca de 1 mdp. Por otro lado, la pierna registró picos en su producción en el 2003, 2012 y 2013. Entre 900 y 1000 toneladas se capturaron anualmente en los tres años mencionados anteriormente, generando derramas económicas de entre 4 y 12.5 mdp. Por último, el grupo de tiburones y mantas presentaron su máximo en capturas en el 2012 y 2013 con 1630 y 1500 toneladas respectivamente. Estas capturas representaron ganancias de 10 mdp aproximadamente por año (115 embarcaciones registradas para estas pesquerías).



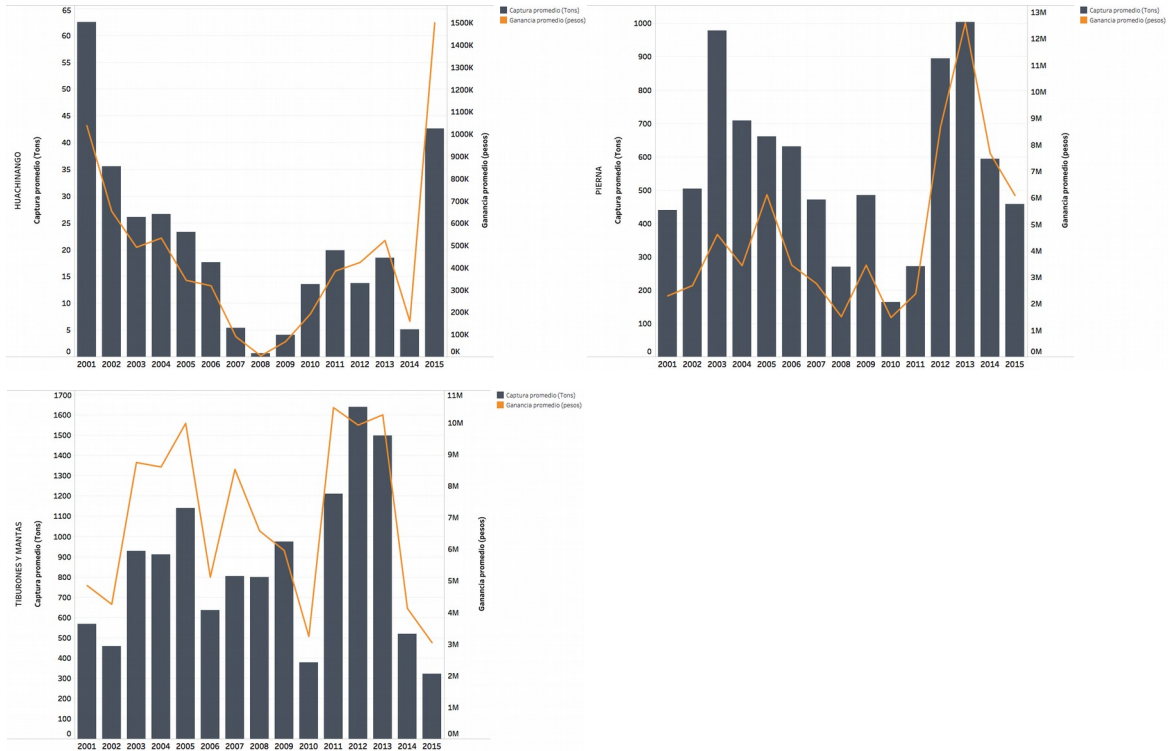
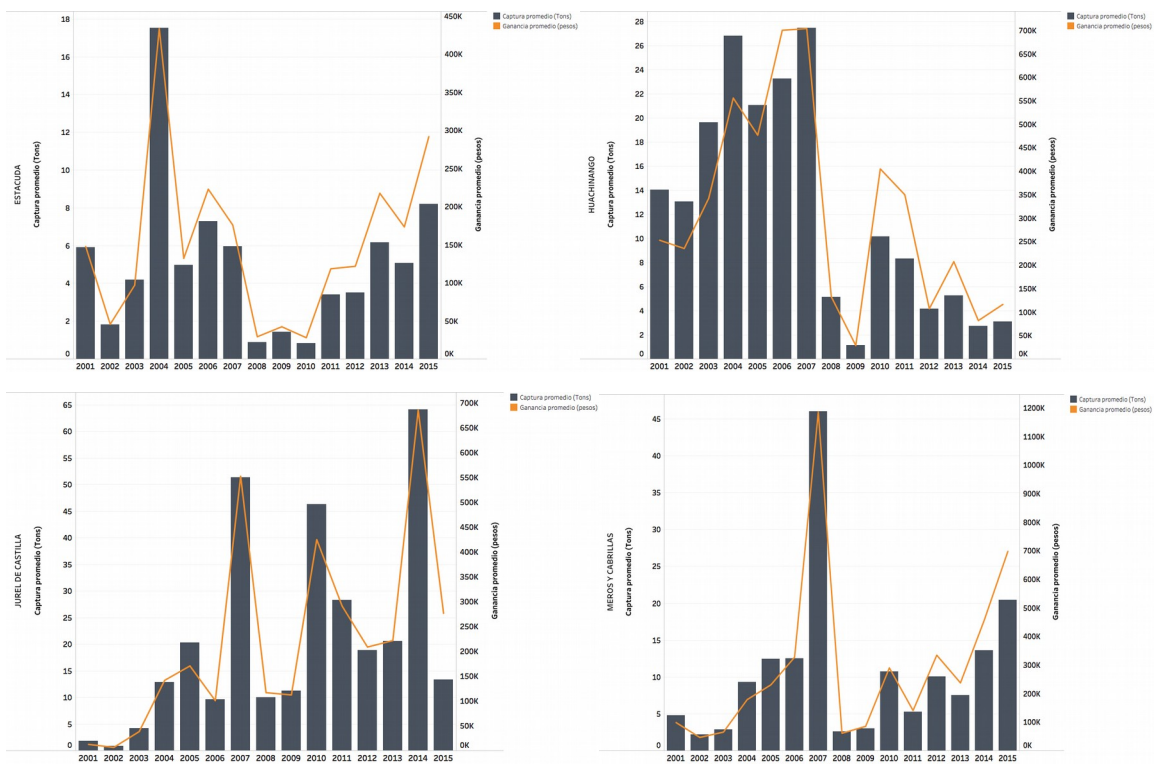


Figura 2. Tendencias anuales de las capturas pesqueras (toneladas) y ganancia promedio (mdp) del periodo 2001-2015 de las siete pesquerías monitoreadas en el programa de trackers (almeja generosa, botete, camarón café, camarón azul, huachinango, pierna y tiburones y mantas) en Puerto San Carlos.

Fuente: CONAPESCA, Mazatlán, Sinaloa, México.

PCH alberga el menor número de pescadores y de embarcaciones (112 embarcaciones). En esta zona el arte de pesca que sobre sale es la piola y anzuelo para los recursos de peces y red para tiburones y mantas. Para esta comunidad encontramos que los recursos de escama son muy importantes. La estacuda presentó un máximo de captura en 2004 con 17.5 toneladas y un ingreso económico de 440 mil pesos; en 2015 se aprovecharon 8.2 toneladas generando un ingreso económico de 290 mil pesos. El huachinango inició su ascenso desde el 2001 con 14 toneladas hasta llegar a su máximo en el 2007 con casi 28 toneladas y un ingreso económico de 250 mil y 700 mil pesos respectivamente. En el 2010 y 2011, las capturas no superaron las 10 toneladas pero el valor económico de esta pesquería se elevó generando 400 mil y 350 mil pesos respectivamente. El jurel de castilla tuvo tres picos importantes durante el periodo, el primero en el 2007 con 52 toneladas y cerca de 550 mil pesos en ingresos económicos, en el 2010 con 46 toneladas y 425 mil pesos y por último en el 2014 con 64 toneladas y cerca de 700 mil pesos en ingresos económicos. Los meros y cabrillas son recursos de alto valor comercial, a pesar de que no son especies que representen volúmenes elevados de captura, las ganancias económicas son muy importantes. La captura máxima reportada fue en 2007 con 46 toneladas y más de 1.4 mdp en ingreso económico. El resto del periodo las capturas no sobrepasaron las 20 toneladas y los 700 mil pesos en ganancias. Por otro lado, los pargos presentaron su máximo de captura en el 2014 con 64 toneladas y 950 mil pesos en ganancias. Del 2001 al 2013 y 2015, esta pesquería no sobrepasó las 20 toneladas en capturas y los

250 mil pesos en ingreso económico. La pesquería de la pierna tomó importancia en el 2006 con una captura de 16 toneladas y 160 mil pesos en ingresos económicos. En el 2011 se registró la máxima captura, 47 toneladas, representando cerca de medio millón de pesos. Los registros de tiburones y mantas datan del 2006, iniciando con capturas de 51 toneladas y cerca de 1 mdp en ingresos económicos. Esta pesquería tomó mucha importancia a partir del 2008 con capturas de 220 toneladas y cerca de 1.8 mdp. En 2012-2013 tuvo una disminución importante con capturas llegando solamente a las 70 y 60 toneladas respectivamente. Para el 2014 y 2015, nuevamente esta pesquería registró los máximos en sus capturas con 300 y 500 toneladas representando ingresos económicos de 3.2 y 5.5 mdp respectivamente. Por otro lado, el verdillo no superó las 22 toneladas de captura entre el 2001 y 2013. En el 2014 las capturas llegaron a más de 200 toneladas es decir, más de 9 órdenes de magnitud respecto al periodo antes mencionado. Estas capturas representaron un ingreso económico de 1.2 mdp para esta comunidad. Por último, la pesquería de la vieja reportó las mayores capturas en 2007 y 2015 con 3.8 y 3.4 toneladas y cerca de 60 mil pesos en ingreso económico. Aunque no es una pesquería que sobresale en sus capturas e ingresos, son recursos que se capturan junto con especies objetivo como la pierna, estacuda, meros y garropas. En la pesquería de peces están registradas 31 embarcaciones y 7 para la pesquería de tiburones y mantas.



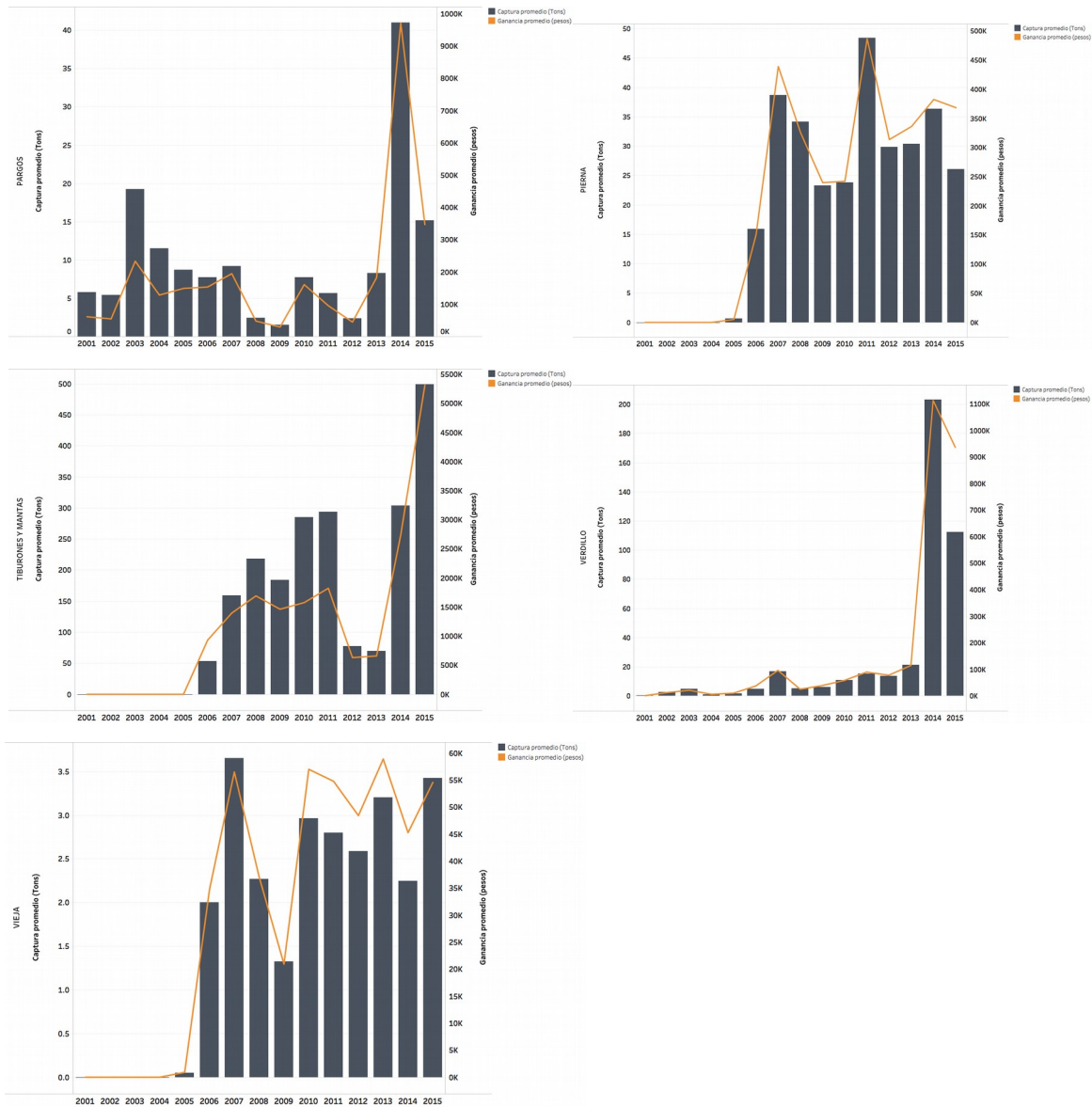


Figura 3. Tendencias anuales de las capturas pesqueras (toneladas) y ganancia promedio (mdp) del periodo 2001-2015 de las nueve pesquerías monitoreadas en el programa de trackers (estacuda, huachinango, jurel de castilla, meros y cabrillas, pargos, pierna, tiburones y mantas, verdillo y vieja) en Puerto Chale.

Fuente: CONAPESCA, Mazatlán, Sinaloa, México.

A lo largo de este proyecto también tuvimos la oportunidad de identificar y describir la posible interacción entre la actividad pesquera y la formación de agregaciones de reproducción de especies objetivo. En específico, buscamos si durante ese periodo reproductivo, que es muy específico para algunas especies, las capturas pesqueras son significativamente más altas en comparación a las capturas registradas el resto del año. Analizamos los recursos cuyas capturas que se hayan registrado durante su temporada reproductiva representaran del 50% al 67% de las capturas totales. La información sobre las temporadas reproductivas se obtuvo de investigaciones

publicadas y de muestras observadas en campo. Encontramos que para tres recursos (botete, lisa y huachinango) la mayoría de sus capturas pesqueras coinciden con las épocas en las que forman agregaciones de reproducción.

Tabla 2. Resumen de la contribución de capturas pesqueras de peces de escama (toneladas) e ingreso económico (miles de pesos) durante las temporadas reproductivas en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas de 2001 a 2015.

Comunidad	Recurso	Referencias	Temporada reproductiva	Capt. prom. anual de la agregacion (tons)	% capt. anual de la agregacion	(\$) Ingreso promedio anual de la agregacion	% ingreso anual de la agregacion
Puerto Adolfo López Mateos	Botete	Díaz Guevara et al. (2005) en Sanchez Cardenas (2007)	abril-ago	17.51	67.19	320,202	66.88
	Jurel de castilla	Sala et al. (2003)	abril-ago	22.07	59.79	177,917	60.52
	Lisa	NOM-016-PESC-1994	nov-feb	4.79	52.82	23,090	55.27
	Verdillo	Erismán et al. (2017)	jul-ago	119.97	51.67	471,748	48.58
	Cabicucho	Aalbers (2008)	mar-jul	29.40	50.69	302,849	51.38
Puerto San Carlos	Botete	Díaz Guevara et al. (2005) en Sanchez Cardenas (2007)	abril-ago	89.67	66.21	1,497,353	63.93
	Huachinango	Vazques-Hurtado et al. (2010)	jul-dic	11.87	56.46	247,822	55.22
	Lisa	NOM-016-PESC-1994	nov-feb	41.72	55.40	188,044	54.12
Puerto Chale	Lisa	NOM-016-PESC-1994	nov-feb	17.99	61.45	111,389	61.70
	Botete	Díaz Guevara et al. (2005) en Sanchez Cardenas (2007)	abril-ago	15.51	59.80	294,750	59.14
	Pierna	Elorduy y Ramirez (1994): Elorduy et al. (2005)	oct-mar	12.26	59.76	132,233	60.27
	Huachinango	Vazques-Hurtado et al. (2010)	jul-dic	6.20	50.15	158,526	50.63

Fuente: CONAPESCA, Mazatlán, Sinaloa, México

La interacción estacionales entre la actividad pesquera y las temporadas reproductivas de algunos recursos pesqueros es notorio. En PALM las pesquerías como el botete, jurel de castilla, verdillo y cabicucho son aprovechados durante sus temporadas reproductivas que van de marzo a agosto. Las lisas por su parte son de estaciones invernales (noviembre a febrero). Cada una de estas pesquerías representan un porcentaje importante en capturas pesqueras e ingresos económicos (tabla 2). Para la pesquería de botete (abril-agosto) las capturas más importantes se registran en julio (6 toneladas en promedio; 110 mil pesos). El jurel de castilla también tiene un periodo reproductivo de abril-agosto y su máximo de captura fue en julio con 9.2 toneladas y 73 mil pesos en ingresos económicos. Por otro lado, la pesquería de lisas mostró un incremento en sus capturas pesqueras previo a la temporada reproductiva (1.5 toneladas con ganancias promedio de 7000 pesos). La temporada de reproducción del verdillo es muy corta (julio y agosto) y el pico de capturas pesqueras se registra en julio con 65 toneladas en promedio y 250 mil pesos en ingresos económicos. Para el caso del cabicucho, la temporada reproductiva es de marzo a julio y las mayores capturas promedio se registran en junio y julio con 7.8 y 9.2 toneladas representando 78 mil y 92 mil pesos en ingresos económicos respectivamente.

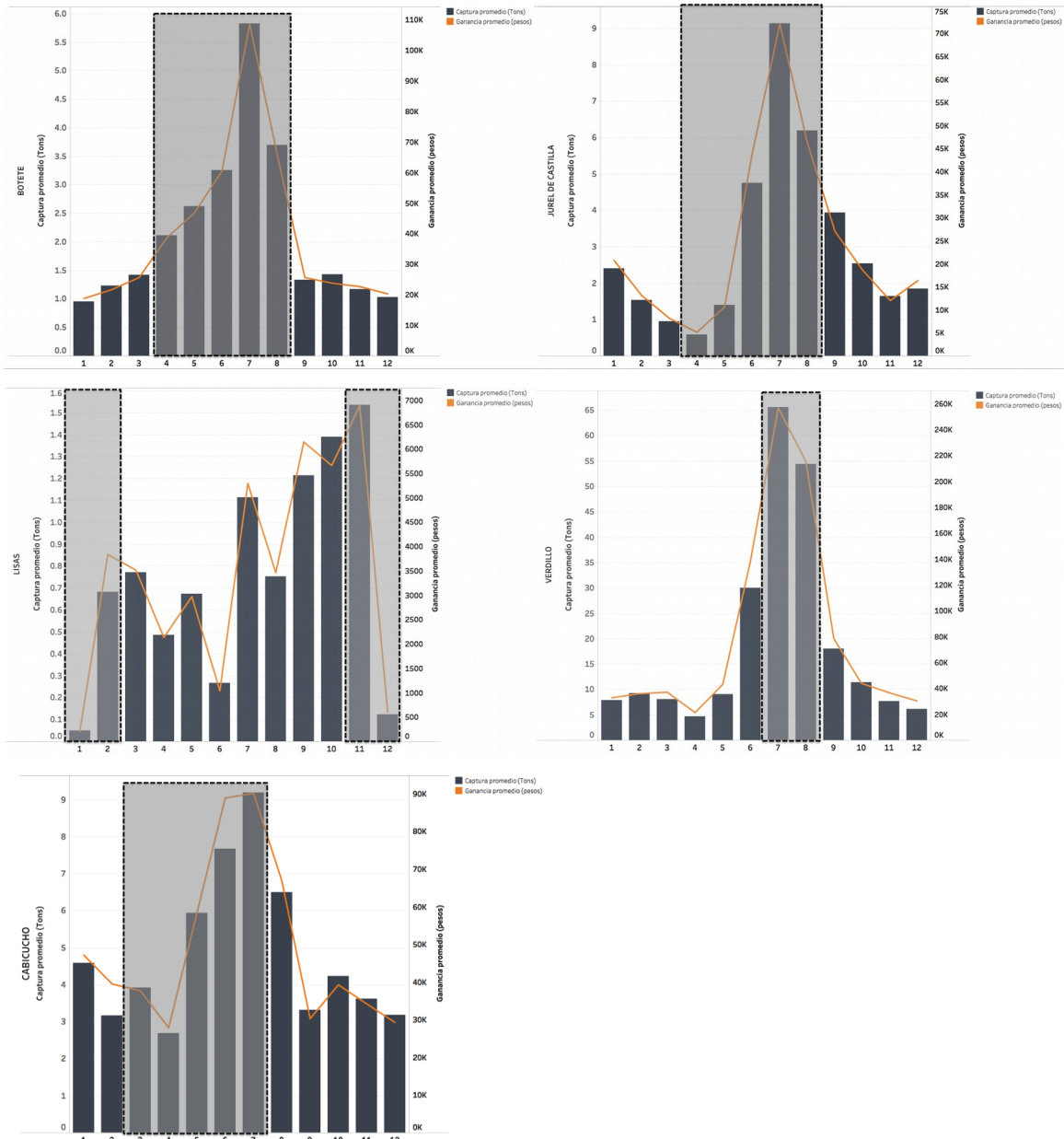


Figura 4. Registros de captura promedio mensual (toneladas; barras) y ganancia promedio (miles de pesos) de las cinco especies aprovechadas cuando forman agregaciones reproductivas (recuadro gris) en la región de Puerto Adolfo López Mateos durante el periodo 2001-2015.

Fuente: CONAPESCA, Mazatlán, Sinaloa, México

En PSC, las pesquerías de botete, huachinango y lisas se aprovechan durante la temporada reproductiva. Para el caso del botete, las capturas durante la temporada reproductiva fueron muy importantes. El máximo de capturas se registraron en julio, al igual que en PALM, con 23 toneladas promedio y ganancias de casi 400 mil pesos. El huachinango registró las capturas más altas fuera de la temporada reproductiva (enero) con 3.3 toneladas promedio y 76 mil pesos en ingreso económico. Los datos muestran que esta pesquería probablemente no dependa de la agregación reproductiva, aunque es difícil afirmarlo por que este máximo de capturas se dio justo

al finalizar la temporada reproductiva, según estudios de Vazques-Hurtado y colaboradores en el 2010. Ahora bien, dentro de la temporada reproductiva (julio-diciembre), noviembre fue el mes más importante con 2.9 toneladas y 63 mil pesos en ingreso económico. Por otro lado, las lisas registraron un aumento en sus capturas previo a la temporada reproductiva y en noviembre, cuando inicia la temporada reproductiva (12 toneladas en promedio y ganancias de 55 mil pesos).

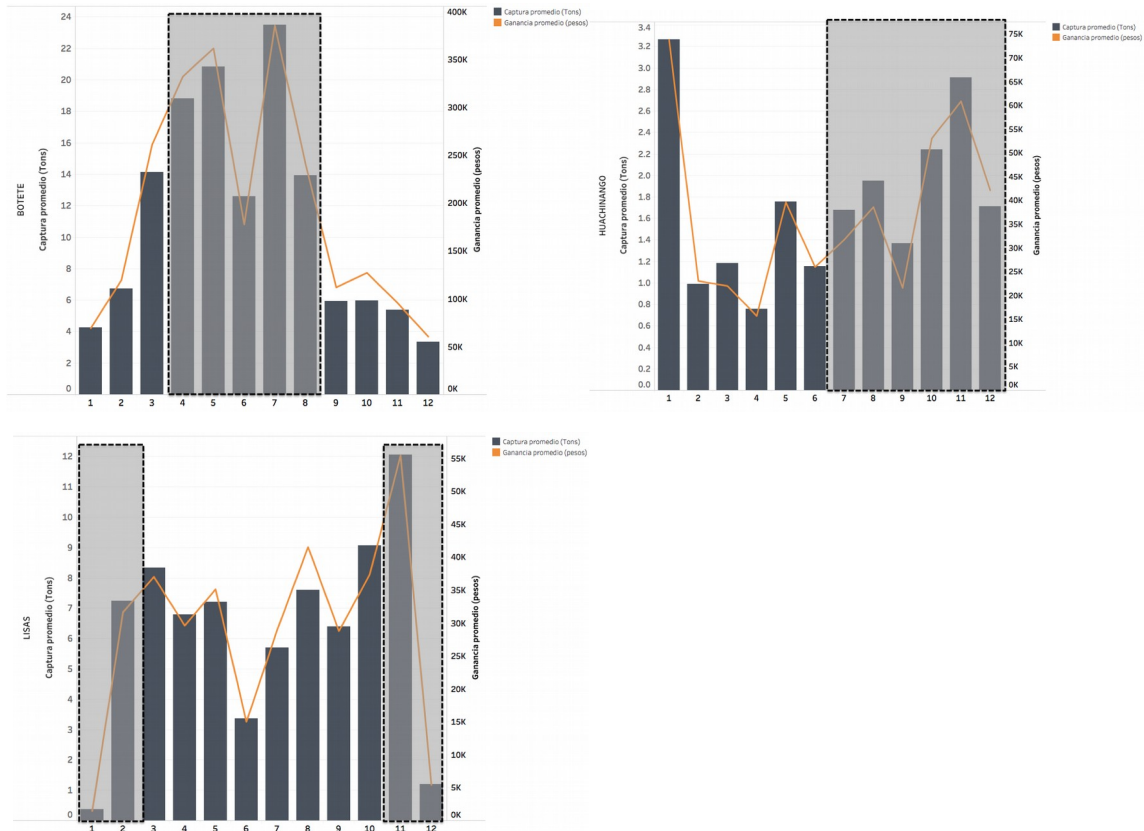


Figura 5. Registros de captura promedio mensual (toneladas; barras) y ganancia promedio (miles de pesos) de las tres especies aprovechadas cuando forman agregaciones reproductivas en la región de Puerto San Carlos durante el periodo 2001-2015.

Fuente: CONAPESCA, Mazatlán, Sinaloa, México

En la comunidad de PCH, las lisas, botete, pierna y huachinango son las pesquerías que se aprovechan durante sus temporadas reproductivas. Al igual que en PALM y PSC, las lisas presentaron su máximo de capturas en noviembre con 7.3 toneladas y 48 mil pesos en ingresos económicos. El botete tuvo su máximo de captura e ingreso económico en julio con 4.9 toneladas y cerca de 100 mil pesos. La pierna, cuya temporada reproductiva abarca los meses templados y fríos (octubre-marzo), presentó el máximo registro de captura en enero con 4.5 toneladas y 48 mil pesos en ingreso económico. Por último, el huachinango registró dos picos en las capturas pesqueras. El primero, fuera de la temporada reproductiva, con 2 toneladas y 55 mil pesos, y el

segundo en diciembre (dentro de la temporada reproductiva) con 1.9 toneladas y 60 mil pesos en ingreso económico.

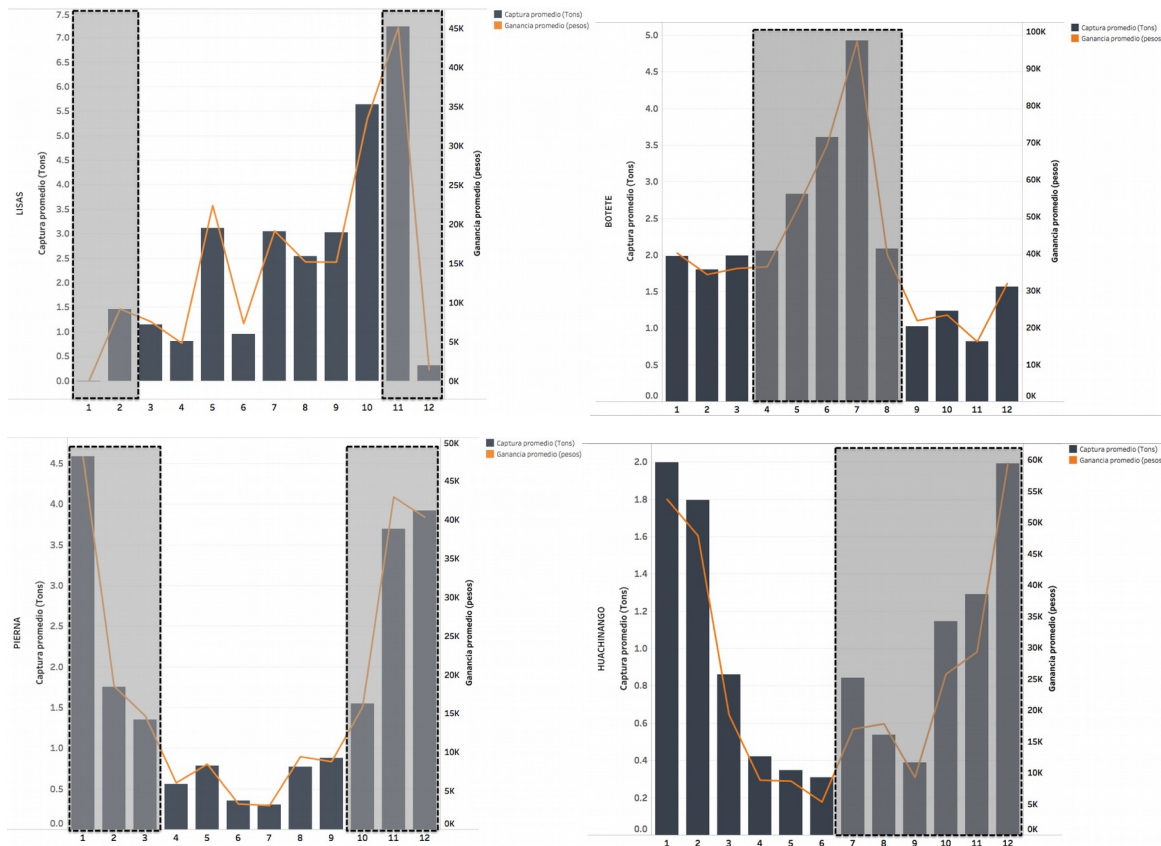


Figura 6. Registros de captura promedio mensual (toneladas; barras) y ganancia promedio (miles de pesos) de las cuatro especies aprovechadas cuando forman agregaciones reproductivas en la región de Puerto Chale durante el periodo 2001-2015.

Fuente: CONAPESCA, Mazatlán, Sinaloa, México

Generación de datos espaciales y pesqueros: Programa de Trackers

Cada mes se genera información espacial de las pesquerías ribereñas más importantes para las comunidades de PALM, PSC y PCH. Utilizamos los GPS data loggers (trackers) para documentar la actividad pesquera de 14 pesquerías ribereñas de esta zona. Esta información es colectada por 5 miembros comunitarios los cuales se encargan de entregar los trackers a los pescadores y después de cada jornada de pesca registran información pesquera de ese viaje de pesca y descargan los datos del GPS. Posteriormente, envían esa información a los especialistas en SIG del CBMC para su análisis. Toda la información colectada, tanto espacial como pesquera, se utiliza para alimentar el banco de datos disponible a través de las distintas plataformas [(<http://datamares.ucsd.edu/esp/>) y (<http://blueprints.ucsd.edu/>)].

Tabla 3. Listado de los recursos pesqueros más importantes descritos dentro del programa de monitoreo espacial y pesquero (trackers). Muestra el número de registros de captura por cada recurso del periodo 2012- marzo 2017.

Pesquería	Registros
Almeja generosa	64
Botete	223
Camarón azul	59
Camarón café	1213
Estacuda	425
Huachinango	215
Jaiba	452
Jurel	273
Meros y Cabrillas	290
Pargos	149
Pierna	1216
Tiburones/Mantas	699
Verdillo	294
Vieja	191
Total	5763

Tabla 4. Número de viajes registrados con GPS trackers en cada comunidad por recurso pesquero.

Comunidad	Pesquería	Registros
Puerto Adolfo López Mateos		
	Camarón café	14
	Huachinango	5
	Meros y Cabrillas	23
	Tiburones/Mantas	349
Puerto San Carlos		
	Almeja generosa	64
	Botete	223
	Camarón azul	58
	Camarón café	1198
	Huachinango	11
	Jaiba	452
	Pierna	107
	Tiburones/Mantas	144
Puerto Chale		
	Estacuda	425
	Huachinango	199
	Jurel	273
	Meros y Cabrillas	267
	Pargos	149
	Pierna	1109
	Tiburones/Mantas	206
	Verdillo	294
	Vieja	191
Total		5763

Análisis de información espacial (SIG)

Los mapas de Actividad Pesquera de cada comunidad son una representación gráfica de los viajes de pesca registrados en el periodo de estudio (2012 - 2017). Este material gráfico, los valores de captura promedio, precio promedio, gasto de combustible promedio es resultado de 5783 viajes de pesca para todas las pesquerías.

Los mapas de Zonas de Pesca representan el área donde se registraron los puntos de pesca para cada pesquería (95% de nivel de confianza) en el período de estudio (2012 - 2017). Este análisis es respaldado por 10641 puntos de pesca (registros) que corresponden a: 391 registros de pesca en Puerto Adolfo López Mateos, 2257 registros de pesca en Puerto San Carlos y 3113 registros de pesca en Puerto Chale.

Para visualizar el SIG temático de Bahía Magdalena - Almejas es necesario ingresar al portal de Blueprints for Sustainability en la sección de Maps y seleccionar el BluePrint de Bahía Magdalena (http://blueprints.ucsd.edu/blueprint/bahia_magdalena). La interactividad de la plataforma, así como la información analizada, ya puede consultarse directamente en línea con opciones de descarga de información, análisis, etc. La finalidad de generar este tipo de información es que el sector pesquero tenga acceso a datos robustos sobre la dinámica pesquera para que las propuestas de manejo pesquero u otras herramientas, se formulen con información que ha sido generada de manera transparente y pueda ser revisada por académicos.

Redes de mercado de los principales recursos pesqueros monitoreados con el programa de trackers del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

Iniciamos con una línea base para describir la cadena productiva en dos de las comunidades del complejo lagunar. El objetivo fue definir la estructura actual de la cadena productiva de los productos pesqueros de mayor importancia comercial para esta región e hicimos una primera descripción de la red de comercialización de los recursos que monitoreamos en el programa de trackers, identificando las pesquerías que tienen demanda de mercado internacional y nacional. Identificamos 41 actores en PALM y 44 en PSC dentro de la cadena productiva y los separamos en dos niveles: comercializadoras y cooperativas pesqueras (figura 7). Recursos como la almeja generosa y la jaiba, donde más del 95% de sus capturas son comercializados hasta Japón y China. El 5% restante es para consumo regional. El camarón azul y camarón café tienen mercado nacional (Sinaloa, Jalisco y Cd. México) pero cerca del 80% se exporta a los E.U.A. a ciudades como Seattle, WA (figura 8). Para los recursos con demanda nacional, los principales sitios de comercialización son La Paz, Los Cabos en B.C.S., Guadalajara, Jalisco y Cd. México. Hay casos particulares, como el botete y los meros y cabrillas, que ocasionalmente se exportan a E.U.A., principalmente a la ciudad de San Diego, CA. Más del 70% del total de todos los recursos que se comercializan a nivel nacional se concentran en Guadalajara y la Cd. México. Los pargos, pierna y vieja se comercializan a nivel local y regional (figura 9).

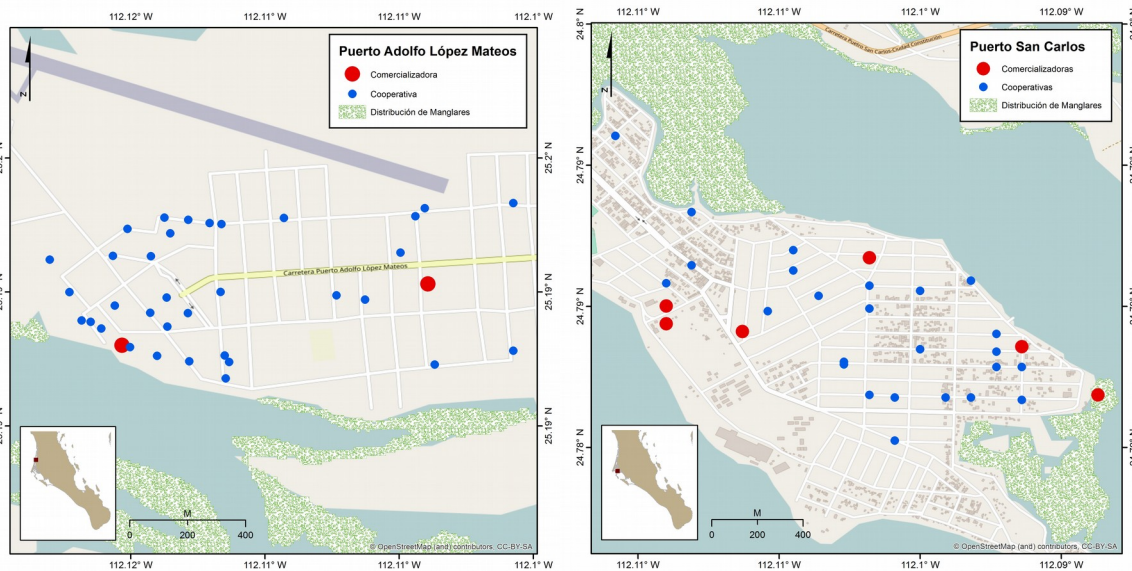


Figura 7. Distribución espacial de las comercializadoras y cooperativas pesqueras identificados en el periodo 2016-2017 en Puerto Adolfo López Mateos y Puerto San Carlos.

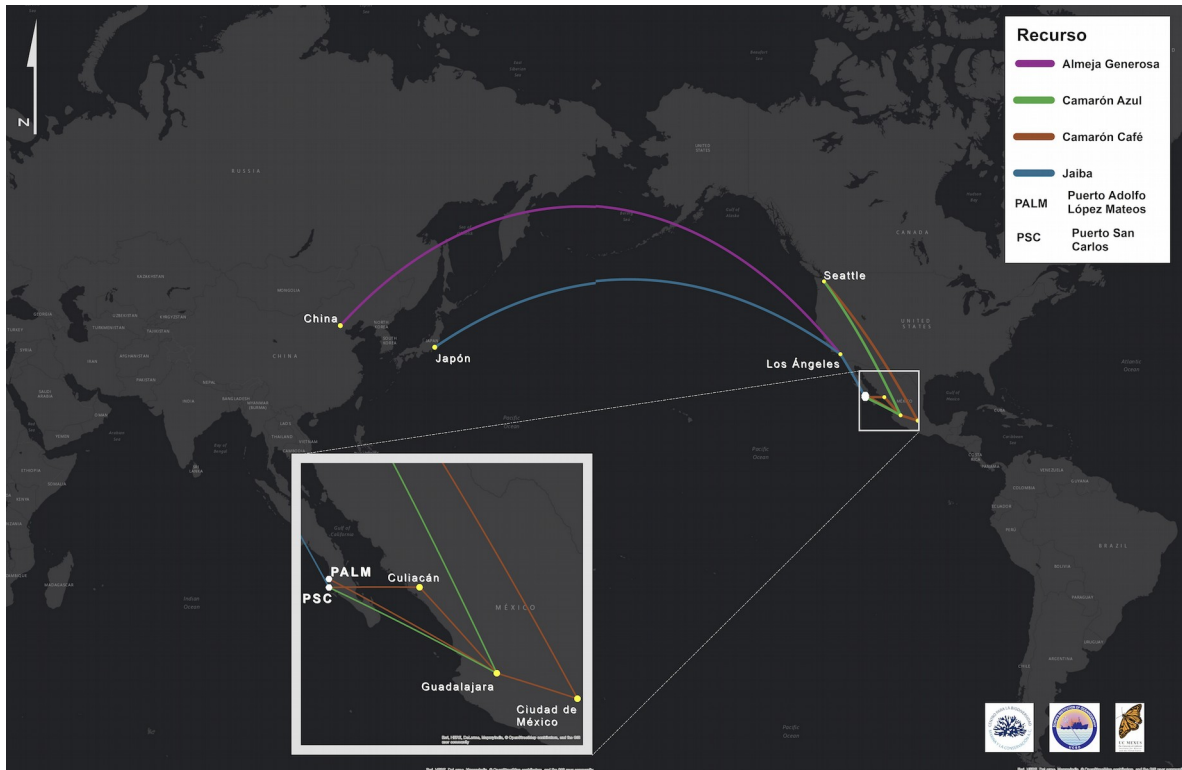


Figura 8. Red de comercialización de los recursos pesqueros del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas con demanda internacional.

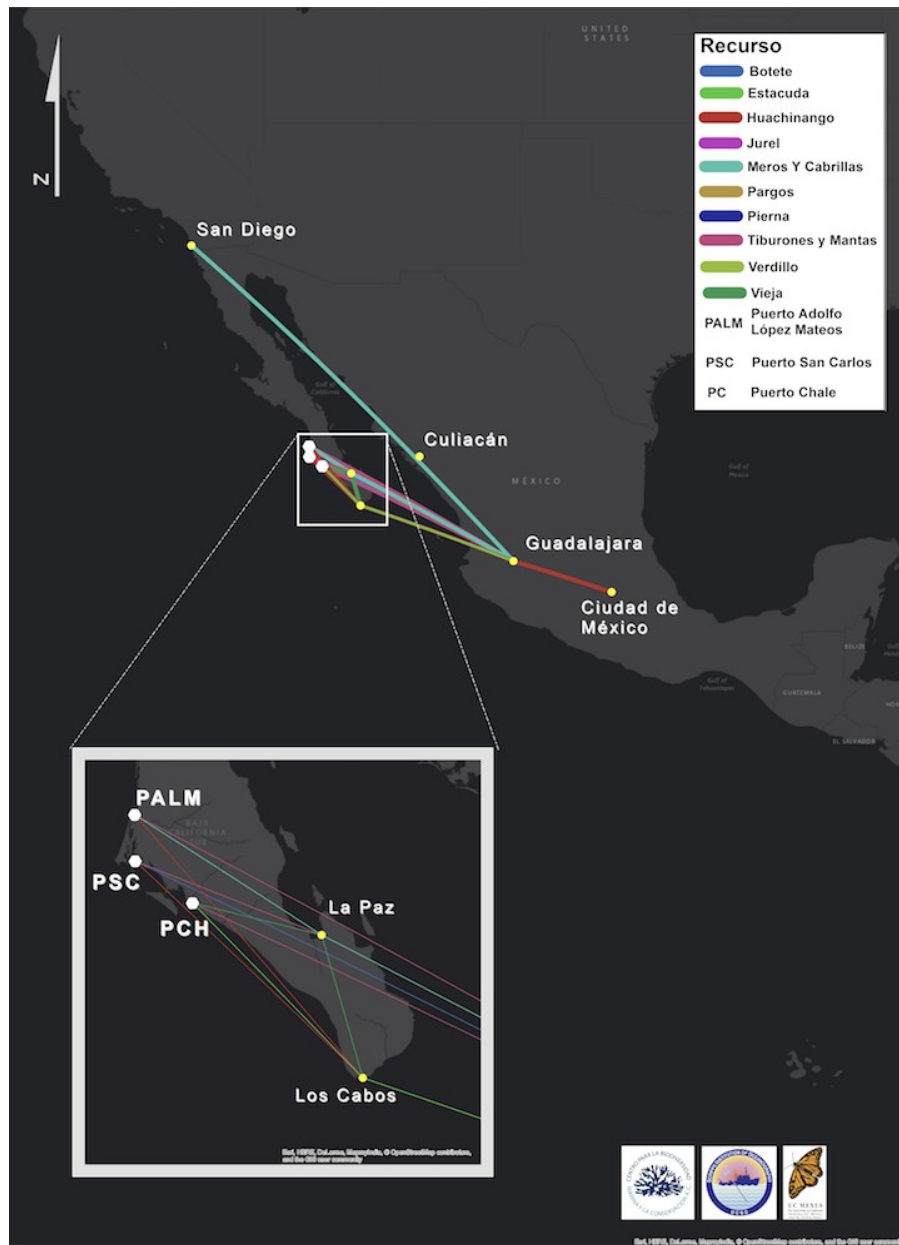


Figura 9. Red de comercialización de los recursos pesqueros del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas con demanda nacional.

Comunicación y divulgación de resultados

Un componente esencial es la participación de las comunidades de Puerto Adolfo López Mateos, Puerto San Carlos y Puerto Chale. Hemos realizado una [caracterización de los principales hábitats para la actividad pesquera en Bahía Magdalena \(Cota-Nieto et al. 2016\)](#), se analizaron los datos históricos y actuales de producción pesquera para estimar [la importancia económica que el complejo lagunar representa a nivel estatal \(Cota-Nieto et al. 2016\)](#) y, utilizando los datos generados en nuestro [programa de Trackers](#), hemos estimado la [ganancia económica de cada pesquería en Puerto Adolfo López Mateos y Puerto San Carlos](#) bajo dos premisas de escenarios: el mejor y peor escenario (Jiménez-Esquivel et al. 2017). Se logró describir [la dinámica espacial y temporal de las pesquerías](#) más importantes de la región utilizando herramientas innovadoras.

Hemos difundido los resultados del proyecto con las comunidades de Bahía Magdalena a través de reuniones. Generamos reportes y una serie de infografías específicamente para las comunidades para comunicar de manera sencilla y clara los resultados de nuestras investigaciones y el trabajo colaborativo.

Diseñamos y compartimos 5 infografías sobre la actividad pesquera e hicimos entrega de los resultados a estas comunidades. Estas infografías son una combinación de imágenes sintéticas, explicativas y fáciles de entender con poco texto. La finalidad es comunicar la información de manera visual para facilitar su divulgación y transmisión. También, entregamos una copia del reporte narrativo y análisis pesqueros a distintos grupos de cooperativas y comercializadoras (anexo 1).



Figura 10. Reunión con pescadores y representantes de Federaciones pesqueras de Bahía Magdalena dónde se entregaron los resultados del proyecto así como nuevas colaboraciones (mayo 2017).

Colaboración Internacional

Instituto de Oceanografía Scripps, Universidad de California en San Diego. Grupo de investigadores colaboradores y asesores de proyectos del CBMC en el Programa Marino del Golfo de California.

UCMexus, Universidad de California para México y Estados Unidos. Grupo de investigadores colaboradores y asesores de proyectos del CBMC en el Programa Marino del Golfo de California.

Literatura citada

1. Aalbers, S.A. 2008. Seasonal, diel, and lunar spawning periodicities and associated sound production in the white seabass *Atractoscion nobilis*. Fishery Bulletin. 106: 143-151
2. Aburto-Oropeza, O., Ezcurra, E., Danemann, G., Valdez, V., Murray, J. and Sala, E. 2008. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 105: 10456-10459.
3. Berkes, F. 2009. Evolution of co-management: role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. Journal of Environmental Management. 90: 1692-1702
4. Cartamil, D., Santana-Morales, O., Escobedo-Olvera, M., Kacev, D., Castillo-Geniz, J.L., Graham, J.B., Rubin, R.D. and Sosa-Nishizaki, O. 2011. The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California, Mexico. Fisheries Research. 108 (2-3):393-403
5. Cisneros-Mata, M.A. 2010. The Importance of Fisheries in the Gulf of California and Ecosystem-Based Sustainable Co-Management for Conservation. En *The Gulf of California: Biodiversity and Conservation*, 119-34. Tucson: University of Arizona Press.
6. Díaz-Guevara, R., Ceballos-Vázquez, B.P. y Arellano-Martínez, M. 2005. Biología reproductiva del botete diana *Sphoeroides annulatus* (Pisces: Tetradontidae) en la bahía de La Paz B.C.S. En *Reproductive aspects of Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontiformes, Tetradontidae) inhabiting the Mazatlan coast, Sinaloa, Mexico. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 2007. 42(3): 385-392
7. Elorduy-Garay, J.G. and Ramírez-Luna, S. 1994. Gonadal development and spawning of female otean whitefish, *Caulolatilus princeps* (Pisces: Branchiostegidae) in the Bay of La Paz, B.C.S. Mexico. Journal Fishes Biology. 44: 553-566
8. Elorduy-Garay, J.F., Ruiz-Córdova, S.S. and Díaz-Urbe, J.G. 2005. Age, growth and mortality of *Caulolatilus princeps* (Pisces: Malacanthidae) from the southern Gulf of California. Hidrobiológica. 15: 289-297
9. Erisman, B., Mascarenas, I., Paredes, G., Sadovy de Mitcheson, Y., Aburto-Oropeza, O. and Hastings, P. 2010. Seasonal, annual, and long-term trends in commercial fisheries for aggregating reef fishes in the Gulf of California, Mexico. Fisheries Research. 106: 279-288

10. Erisman, B.E., Cota-Nieto, J.J., Moreno-Báez, M. and Aburto-Oropeza, O. 2017. Vulnerability of spawning aggregations of a coastal marine fish to a small-scale fishery. *Mar Biol.* 164:100
11. Jentoft, S., McCay, B. and Wilson, D.C. 1998. Social theory and fisheries co-management. *Marine Policy.* (22): 423-436
12. NORMA Oficial Mexicana NOM-016-PESC-1994, Para regular la pesca de lisa y liseta o lebrancha en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California.
13. Ojeda-Ruíz de la Peña, M.A. y Ramírez-Rodríguez, M. 2012. Interacciones de pesquerías ribereñas en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur. *Región y Sociedad*, vol. XXIV, núm. 53. 189-204
14. Sala, E., Aburto-Oropeza, O., Paredes, G., Parra, I., Barrera, J.C. and Dayton, P.K. 2002. A general model for designing networks of marine reserves. *Science.* 298: 1991-1993

15. Sala, E., Aburto-Oropeza, O., Paredes, G. and Thompson, G., 2003. Spawning aggregations and reproductive behavior of reef fishes in the Gulf of California. *Bull. Mar. Sci.* 72, 103-121
16. Vazquez-Hurtado, M., Maldonado-García, M., Lechuga-Devéze, C.H., Acosta-Salmón, H. and Ortega-Rubio, A. 2010. Artisanal fisheries in La Paz Bay and adjacent oceanic area (Gulf of California, Mexico). *Ciencias Marinas.* 36(4): 433-444
17. Velarte, E., Ezcurra, E., Cisneros-Mata, M.A. and Lavín, M.F. 2004. Seabird ecology, El Niño anomalies, and prediction of sardine fisheries in the Gulf of California. *Ecological Applications.*14(2): 607-615