

# Dinámica del Esfuerzo de Una Pesquería Submarina Artesanal

## Effort Dynamics of an Artisanal Underwater Fishery

### Effort Dynamique de la Pêche Traditionnelle Sous-Marine

HELVEN NARANJO\* and SILVIA SALAS

*Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional,  
Apartado Postal 73 Cordemex, Mérida 97310, Yucatán, México. \*helvenn@hotmail.com*

#### RESUMEN

Las pesquerías bento-demersales son la fuente de ingreso y empleo de muchos países latinoamericanos, dada su naturaleza multi-específica su análisis es complejo con las consecuentes implicaciones en manejo. En el presente trabajo se explora la dinámica del esfuerzo de pesca de pescadores artesanales de Costa Rica que emplean el buceo como método de pesca (compresor y libre). Mediante muestreo a bordo de las embarcaciones y entrevistas dirigidas a buzos entre 2007 y 2008 se obtuvo información a nivel de inmersión (sitio de pesca, captura de especies, tiempo de pesca, número de inmersiones por viaje). Adicionalmente se obtuvo información sobre el precio de playa de las diferentes especies capturadas. Se aplicó estadística bi-variada y multivariada para el análisis de los datos, contrastando los métodos y las temporadas de pesca. Se identificaron 32 especies en las capturas, de las cuales una proporción importante es destinada para consumo local y otra para fines comerciales. De estas especies ocho fueron identificadas como especies objetivo para el buceo con hookah y seis para el buceo libre. Se identificaron estrategias de pesca asociadas al aumento del número de inmersiones durante los meses secos debido a que se encontraron diferencias significativas entre las medias del número de inmersiones entre temporadas (K-W, H: 2.5,  $p < 0.05$ ). Los resultados permitieron explorar las principales unidades de esfuerzo por método de pesca. Se discute sobre la importancia de este conocimiento en el manejo de este tipo de pesquerías.

PALABRAS CLAVE: Pesquería submarina, estrategias de pesca, Costa Rica

#### INTRODUCCIÓN

En Costa Rica un 80% de la flota es de naturaleza artesanal, concentrada principalmente en aguas del Pacífico y sobre especies bento-demersales (Herrera-Ulloa et al. 2011). A la fecha, no existen estudios que permitan conocer la composición de especies, y el comportamiento espacio-temporal de las embarcaciones que ahí operan, generando condiciones prácticamente de acceso abierto en la pesca, con los correspondientes riesgos. En general, poca atención se ha brindado a las pesquerías artesanales en Costa Rica. A pesar de que existen regulaciones tendientes a restringir el esfuerzo pesquero, pero éstas no se cumplen (Naranjo 2011).

La langosta y otras especies como pulpo y ostión se descargan en los puertos pesqueros de la región del Pacífico Norte. Las actividades están orientadas a la pesca comercial y de subsistencia empleando como métodos de pesca principal el buceo con hookah (BH) y el buceo libre (BL) (Naranjo 2010).

El BL se viene practicando en la región desde la década de los 1960s. Su uso ha favorecido a pobladores de estas comunidades costeras, ya que éstos pueden operar en las áreas de poca profundidad y con bajos costos de extracción, haciéndola atractiva para los pescadores locales (Naranjo 2010). En las faenas de pesca por buceo libre no se utilizan embarcaciones, por lo que un viaje de pesca está definido por el recorrido que realizan los buzos desde el puerto pesquero hasta el área de pesca y su regreso hasta el centro de acopio donde pesan y venden la captura. Una vez en el sitio de pesca los pescadores realizan múltiples inmersiones de corta duración.

En el caso del empleo de BH como método de pesca, su uso permitió la expansión de las actividades de buceo hacia zonas más profundas y sobre hábitats menos explotados (Naranjo 2010). Este método se empezó a utilizar desde hace más de veinte años. Naranjo (2010) reporta que la naturaleza de este método de buceo permite mayor permanencia del buzo en el fondo, por lo que las horas de inmersión y los tiempos efectivos de pesca se han visto aumentados con su introducción, con un impacto en la eficiencia y consecuentemente en los rendimientos de las capturas. Sin embargo, el uso empírico de este método por parte de los pescadores ha conllevado a que ocurran accidentes como baro-traumas, embolismo, descompresión y otros riesgos (Naranjo 2010), tal como se ha reportado en otros sitios donde este método de pesca se ha expandido (Huchim 2010 Salas et al. En prensa). Estos factores, asociados a otros como el ataque de fauna marina a buzos y la alta sensibilidad del empleo de estos métodos de pesca a condiciones ambientales hacen de la pesca en esta región una actividad de riesgo con alta incertidumbre. Aunado a estas condiciones, la falta de aplicación en la regulación y la falta de conocimiento de las operaciones de pesca y de la composición de especies, aumentan la necesidad de conocer la dinámica del esfuerzo y de las capturas en el área, para poder contribuir al ordenamiento de la actividad. Estudios de este tipo se vienen desarrollando con mayor énfasis en pesquerías multi-específicas a fin de conocer los patrones de respuesta del pescador a cambios en el ambiente o regulaciones (Salas et al. 2004, Branch et al. 2006, Abernethy et al. 2007, Stevenson et al. 2011). Varios autores plantean que esta información puede ayudar a definir estrategias de manejo y evaluación viables en el contexto de este tipo de pesquerías (Ulrich y Andersen 2004, Salas y Gaertner 2004, Mahevas et al. 2008, Katsanevakis et al. 2010).

En este estudio se evalúan la dinámica de pesca de una pesquería bento-demersal en el Pacífico Norte de Costa Rica asociada a dos métodos de buceo, para conocer, la asignación del esfuerzo sobre especies objetivo alternativas y la dinámica de las principales unidades de esfuerzo identificadas para cada método. Se discute respecto a cómo esta información puede tener relevancia en el marco de manejo pesquero y en el entendimiento de la dinámica de la pesca en pesquerías artesanales de esta naturaleza.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en Playa Lagarto (Figura 1) ubicada en la provincia de Guanacaste, Costa Rica (N 10° 07' 23"-W 85° 47' 97"). En esta región, como ya se refirió, se emplea el buceo libre (BL) y el que emplea Hookah (BH).

La información que se utilizó en este estudio provino de observación directa de los viajes de pesca durante sus faenas de pesca además de aquella obtenida por medio de entrevistas y observación participativa en campo (zona de desembarque y a bordo de embarcaciones). Adicionalmente se obtuvo información de fuentes oficiales, de intermediarios y grupos de pescadores.

Se aplicó una entrevista general a inicios de la temporada de pesca a los pescadores de todas las embarcaciones y a los buzos libres al momento del desembarque. Se registraron las capturas con el fin de conocer la composición de la misma en términos de peso y especie. Adicionalmente se tomaron datos económicos (precio por especie) y se registró el método de pesca (número de viajes y tiempo de pesca).

Se colectaron datos de manera mensual a través de un observador a bordo de las embarcaciones (11 embarcaciones, 38 buzos para BH y 21 para BL), durante tres semanas cada mes por 11 meses, con el fin de caracterizar las faenas de pesca, el tiempo efectivo de pesca (horas) y número de inmersiones por viaje para el caso del BH. La convivencia con los pescadores permitió afinar la información obtenida.

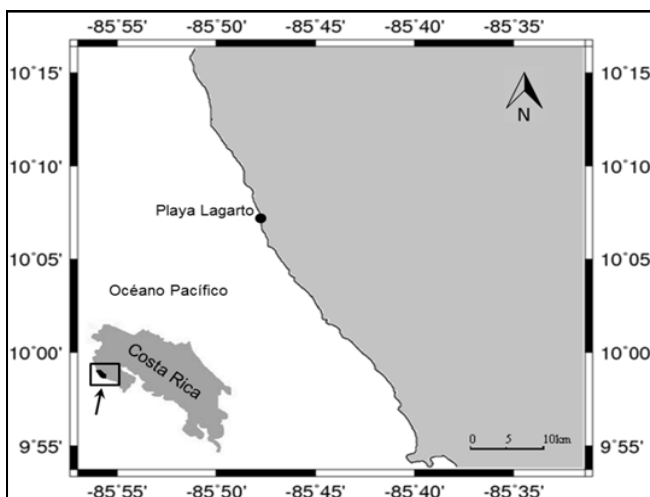


Figura 1. Área de estudio: Pacífico Norte, Playa Lagarto.

Se analizó información de 285 viajes de pesca de los buzos que trabajan con BH y 103 viajes de los buzos que trabajan con BL entre noviembre del 2007 y octubre del 2008. En el mes de septiembre del 2008 no hubo viajes de pesca debido a condiciones climáticas adversas y en junio no se registraron viajes de los buzos libres debido a fuertes lluvias que afectaron la visibilidad en las áreas someras. En este estudio se analizan de manera independiente los dos métodos de buceo: BL y BH.

### Composición de Especies por Método de Pesca

Para conocer la composición de las capturas descargadas por los buzos en sus jornadas de pesca, así como definir si existía una especie objetivo en las capturas, se usaron inicialmente las categorías comerciales como referencia, dado que los recursos pescados no son registrados por especie al momento de las descargas. Se separaron las descargas con fines comerciales de las de subsistencia o trueque (denominada a lo largo del trabajo como otros). El valor de la captura se estimó del producto del precio pagado por el intermediario en la zona de desembarque (precio de playa) por captura de cada especie. Para asignar valor económico a la categoría de otros que incluyó altas proporciones de especies que se comercializan y otras no comercializadas y poder obtener así su valor de captura, se utilizó el precio promedio del total de las especies comercializadas. De esta manera se pudo obtener el valor de captura que se deja de percibir debido a la retención por motivos de seguridad alimentaria.

La identificación de las especies objetivo de los pescadores que emplean los diferentes métodos de pesca se definió mediante el procedimiento de similitud porcentual (SIMPER) usando el paquete estadístico PRIMER v.6, al estimar el promedio de contribución de cada especie a la similitud en términos de la captura y el valor de captura entre los viajes y por método de pesca (sensus Monroy et al. 2010).

### Análisis Temporal de las Operaciones de Pesca

El buceo demanda condiciones ambientales favorables para ser ejecutado (Seijo et al. 1991, Arceo y Seijo 1991, Eriksson et al. 2012), por lo que se define como un método de pesca muy sensible a condiciones meteorológicas, lo que genera que los pescadores modifiquen o adapten sus patrones de pesca cuando las condiciones cambian. En este estudio, se exploraron las mejores unidades de esfuerzo de pesca efectivo, seleccionando para este fin el esfuerzo aplicado por el total de buzos y horas buzo para cada método con respecto a la estación del año.

Para el caso del BL se asumió que el número de buzos por viaje de pesca tiene implicaciones en el desarrollo de la faena operacional y por lo tanto en las capturas debido a procesos de cooperación, por lo que se utilizó esta unidad de esfuerzo para conocer si existieron diferencias en la asignación entre temporadas y meses utilizando Kruskal-Wallis (K-W) y para el análisis de la frecuencia de viajes

se utilizó la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov (K-S). Debido a que en los meses lluviosos las condiciones del océano presentaron fuerte oleaje y a que en estos meses tendió a aumentar la turbidez en la columna de agua provocada por escorrentía asociada a ríos que desembocan en las áreas costeras, se utilizaron las medidas de visibilidad para conocer si existió un patrón en las frecuencias de viajes de grupos de buzos. Para esto se construyó una tabla de contingencia en la cual las filas representaron rangos de visibilidad horizontal de  $\leq 2$  m y  $> 2$  m y tres columnas que incluyeron la frecuencia de viajes de grupos de buzos para BL y el número de inmersiones por viaje para BH. Se exploró el supuesto de independencia a través de la prueba  $\chi^2$ , y utilizando la técnica de visualización de gráfico de mosaico sugerida por Friendly (1994) que permite analizar el nivel de discrepancia a partir de los residuales de Pearson. Para este análisis se utilizó el paquete estadístico vcd en el programa R versión 2.15 (2012).

En el empleo del BH generalmente se ha observado que los patrones de inmersiones cambian según un período dado (secas y lluvias), para corroborar esta hipótesis se aplicó un análisis de varianza no paramétrico de K-W ( $p = 0.05$ ) usando como variable de referencia el número de inmersiones que realizaron los buzos, se asume que a fin de maximizar sus capturas, los pescadores hacen adaptaciones a sus estrategias en las diferentes temporadas.

## RESULTADOS

### Composición de Especies por Método de Pesca

En Playa Lagarto, Costa Rica, los pescadores capturan una amplia diversidad de especies registrando un total de 13 de invertebrados y 19 de vertebrados. Una parte de estas especies van dirigidas al consumo local o trueque, el 6.4% y el 1.8% para el BH y el BL respectivamente. En las capturas con BL se registraron 10 especies de invertebrados y 12 de vertebrados (Tabla 1).

Se identificaron tres categorías de especies comunes a los dos métodos de pesca (langosta, pulpo y otros), que estuvieron presentes en las capturas durante todos los meses (Figura 2). Resalta una mayor diversidad de especies con el uso de BH, donde el pulpo (*Octopus sp*) presenta un promedio anual de 35.1%, la langosta (*Panulirus gracilis*) del 27.5% y el ostión (*Spondylus calcifer* y *Spondylus princeps*) del 11.1%. Para el caso BL el pulpo la langosta y el pez loro resaltan con las siguientes proporciones de manera respectiva (63.2%, 25.9% y 7.3%). El pez loro estuvo compuesto generalmente por dos especies de la misma familia *Scarus ghobban*, *S. perrico* y fue desembarcado en lonja o filete. El caracol estuvo compuesto por: *Strombus galeatus* y *Fasciolaria princeps*.

**Tabla 1.** Composición de captura de los desembarques en Playa Lagarto entre noviembre del 2007 y octubre del 2008 mediante BL y BH. Especies con altas proporciones de captura en negrilla.

Especies	Nombre común	BH (%)	BL (%)
<i>Octopus sp</i>	Pulpo	<b>35.1</b>	<b>63.2</b>
<i>Panulirus gracilis</i>	Langosta verde	<b>27.5</b>	<b>25.9</b>
<i>Spondylus calcifer</i> , <i>Spondylus princeps</i>	Ostión	11.3	0.0
<i>Scarus perrico</i> , <i>Scarus ghobban</i>	Pez loro <sup>1</sup>	8.6	7.3
Others <sup>2</sup>		6.1	0.3
<i>Isostichopus fuscus</i>	Pepino de mar	4.2	1.6
<i>Strombus galeatus</i> , <i>Fasciolaria princeps</i>	Caracol gigante, caracol caballo	2.7	0.8
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	Pargo negro	2.3	0.9
<i>Lutjanus argentiventris</i>	Pargo coliamarillo	0.7	0.0
<i>Pinctada mazatlanica</i>	Ostra perla	0.6	0.0
<i>Cephalopholis panamensis</i> , <i>Epinephelus labriformis</i>	Cabrilla panameña	0.4	0.0
<i>Seriola rivoliana</i>	Hojarán	0.4	0.0
<i>Epinephelus itajara</i>	Mero	0.1	0.0
<i>Lutjanus guttatus</i>	Pargo manchado	0.1	0.0
<i>Hoplopogrus guntheri</i>	Pargo roquero	0.1	0.0

<sup>1</sup>Especies comercializadas en lonja.

<sup>2</sup>Incluyeron proporciones tanto de especies comerciales como no comerciales como: caracol caballo *Fasciolaria princeps*, almeja reina *Megapitaria aurantiaca*, almeja costillada *Periglypta multcostata*, concha abanico *Pinna rugosa*, *Strombus peruvianus*, chancho cochino *Sufflamen verres*, pez lija *Aluterus scriptus*, cirujano *Acanthurus xanthopterus*, pargo rayado *Lutjanus viridis*, tigre *Cirrhitis rivulatus*, hojarán amarillo *Seriola lalandi*, pámpano *Alectis ciliaris*, Cabrilla *Epinephelus labriformis*, Cabrilla panameña *Cephalopholis panamensis*, roncadador *Haemulon scudderi*, burrito *Anisotremus interruptus*, pez escorpión *Scorpaena histrio*.

Como se muestra en la Tabla 2, el análisis de la composición de especies por método de pesca a través del procedimiento SIMPER, mostró que hay especies dominantes que están presentes en ambos métodos como el caso de la langosta y el pulpo. Además, BH incluye dentro de las especies objetivo organismos bentónicos de poca movilidad como el ostión y el caracol, los cuales presentaron altas contribuciones al valor de la captura. Para el caso del BH, ocho especies se definen como objetivo mientras que si se toma en cuenta el valor de la captura solamente seis de ellas se pueden considerar como objetivo. Para el BL, tres especies fueron definidas como objetivo tanto en valor como volumen, pero en diferentes proporciones y composición. El ostión y el caracol fueron las especies que alejaron la similitud entre métodos ya que su disponibilidad en áreas someras es baja, por lo que el acceso a estos

recursos para los buzos que capturan mediante el BL es limitado. El caracol también registró porcentajes bajos para este método de buceo.

Se observó que algunas especies que contribuyeron a la matriz de similitud en la captura no estuvieron presentes en su correspondiente valor de captura debido a sus bajos precios, dos ejemplos fueron el pepino de mar y el pargo en el BH. Por el contrario, en el caso del BL donde la categoría de “otros” registró poca contribución porcentual de captura su alto valor fue importante, ya que esta categoría incluye especies de alto valor económico como el caracol y la langosta. En general, la categoría de “otros” para ambos métodos supero el 5% en su valor de captura lo que indica que los pescadores están dispuestos a dejar de percibir un porcentaje de ganancias con el fin de destinar estas especies para el consumo familiar.

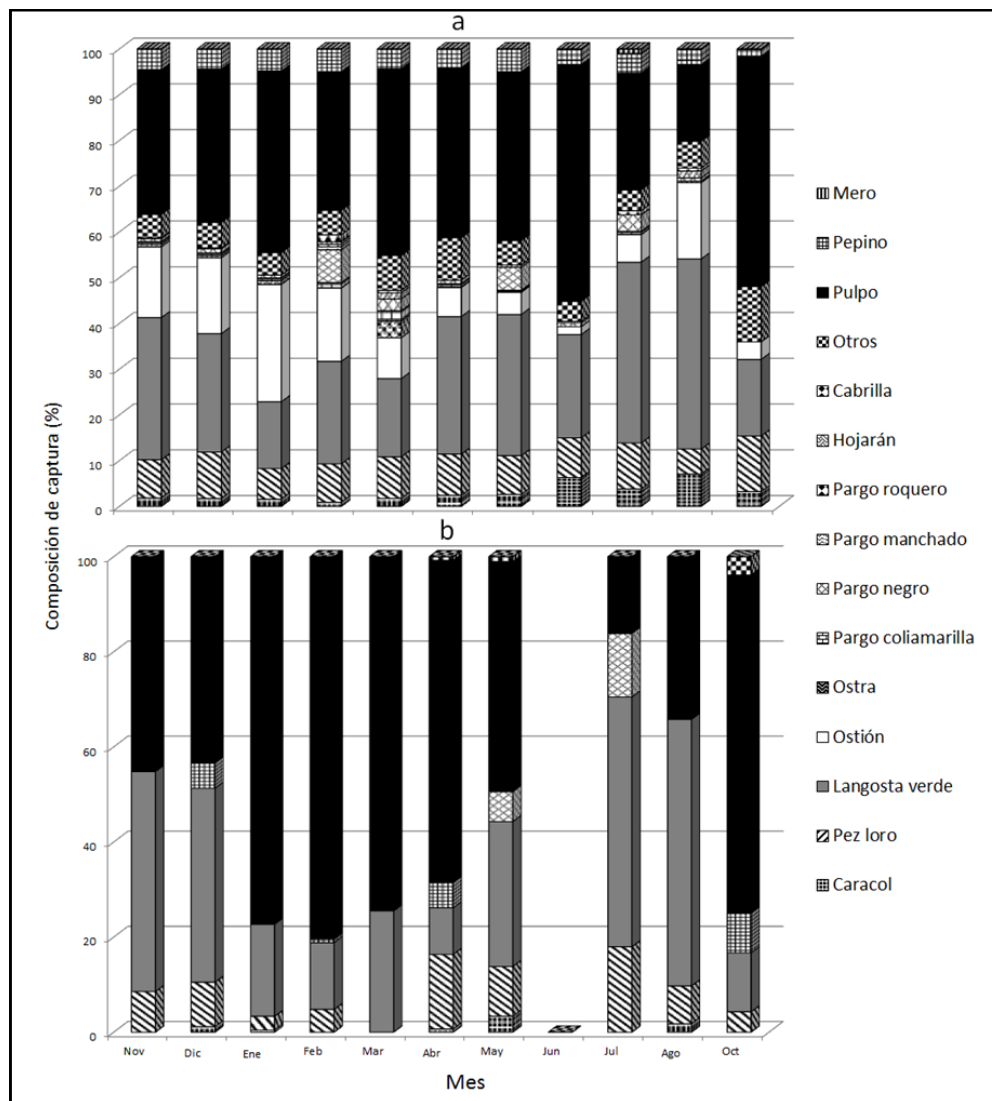


Figura 2. Composición de captura por mes para BL (a) y BH (b). La leyenda aplica para ambos casos.

**Tabla 2.** Contribución de las especies a la similitud entre viajes individuales en Playa Lagarto en noviembre del 2007 a octubre del 2008 mediante BL y BH. Solo se incluyeron las contribuciones mayores al 1%.

Especies	BH (%)	BL (%)
<b>Captura</b>		
Pulpo	38.4	62.3
Langosta verde	27.3	29.4
Pez loro	10.1	7.1
Ostión	8.7	
Otros	6.6	
Pepino de mar	4.6	
Caracol	2.5	
Pargo Colmillón	1,1	
<b>Promedio de similitud</b>	<b>77.9</b>	<b>69.3</b>
<b>Valor de captura</b>		
Langosta verde	44.3	48.6
Pulpo	27.9	45.4
Ostión	7.9	
Pez loro	7.3	
Caracol	5.6	
Otros	5.3	5.2
<b>Promedio de similitud</b>	<b>78.5</b>	<b>70.1</b>

### Análisis Temporal de las Operaciones de Pesca

Los resultados mostraron que la presencia o ausencia de lluvias tuvo un efecto en la asignación del esfuerzo de los buzos, teniendo un mayor número de viajes de buzos y horas/buzo en meses secos y una disminución de estas unidades de esfuerzo en los meses lluviosos, esto aplicó para el caso de los dos métodos de buceo. (Figura 3). Durante lluvias aproximadamente un 40% de los pescadores abandonaron el buceo para dedicarse a la captura de peces de escama mediante palangre y cuerda. Las horas totales de buceo fueron proporcionales al total viajes de buceo para ambos métodos, los buzos libres (21 en total) sumaron un total de 103 viajes con 277 horas efectivas de pesca durante 10 meses, los buzos que emplean hookah (38 en total) realizaron 285 viajes con 1053 horas efectivas de pesca durante 11 meses.

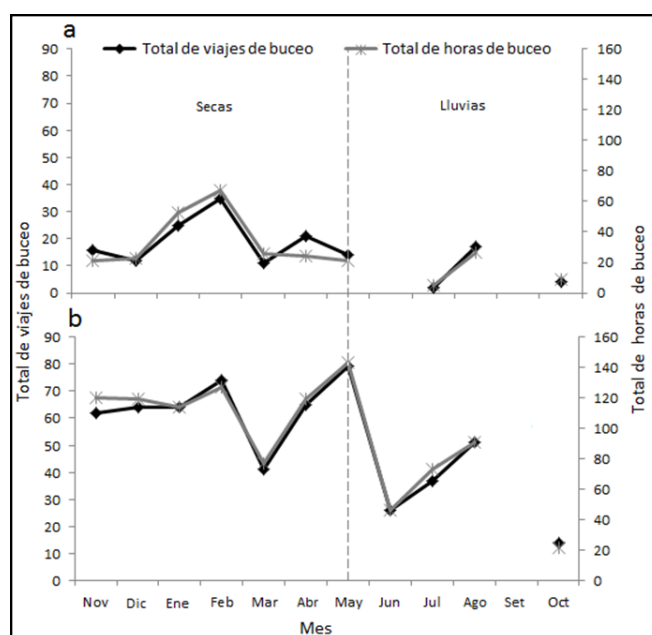
Los buzos que trabajaron con BL en áreas someras presentaron tiempos efectivos de buceo inferiores (2.5 horas como promedio) a los buzos que emplean BH (3.5 horas como promedio) y no se encontraron diferencias significativas en las horas de buceo por viaje entre la estación seca y lluviosa para los buzos que emplean BH (K-W, H: 1.6,  $p > 0.05$ ) como para los buzos que emplean BL (K-W, H: 0.5,  $p > 0.05$ ).

Los 157 viajes que realizaron buzos libres en áreas someras los hicieron en grupos de 4, 3, 2 compañeros o individualmente. En la mayoría de los casos, los viajes fueron realizados individualmente. La comparación entre el número de buzos promedio por viaje entre estaciones del año no arrojó diferencias significativas (K-W, H = 2.2,  $p > 0.05$ ). Aunque si se encontraron diferencias entre la

frecuencia de grupos de buzos por estación (K-S,  $p < 0.05$ ). Además, el promedio de viajes entre los meses fue diferente (K-W, H = 15.2,  $p < 0.05$ ), registrándose un promedio mayor en los meses de abril, agosto y diciembre. El 57.9% de los viajes se realizaron en condiciones de visibilidad mayor a 5 m, el 36.8% a visibilidades dentro del rango de 5 – 2 m y solo un 5.3% a visibilidades menores a < 2 m.

Los buzos que trabajaron mediante el método H raramente bucearon solos (0.6%), predominando las operaciones en pareja (93.5%) y en pocas ocasiones en tríos (5.9%). El número de inmersiones que realizaron en época seca fue de 224, superior al número de inmersiones efectuadas en época lluviosa (61). Además, los buzos que trabajaron en la época seca realizaron mayor cantidad de inmersiones por viaje y con más frecuencia (K-S,  $p < 0.05$ ), por lo que se encontraron diferencias significativas entre las medias del número de inmersiones entre temporadas (K-W, H: 2.5,  $p < 0.05$ ). Sin embargo, los promedios de inmersiones entre meses no presentaron diferencias significativas (H: 11.5,  $p > 0.05$ ). El 49.1% de los viajes se realizaron escalas de visibilidad mayor a 5 m, el 44.6% dentro del rango de 5 – 2 m y solo un 6.3% a escales menores a 2 m.

En la Figura 4a se muestra la distribución del total de viajes de los buzos que trabajaron mediante el BL. Se observa que a visibilidades mayores a 2 metros hubo una mayor frecuencia de viajes individuales, menor frecuencia en parejas y menos viajes en grupos de tres. Por el contrario, a visibilidades menores a 2 metros los buzos tendieron a bucear en parejas o acompañados y fue para



**Figura 3.** Número total de viajes de buceo y horas de buceo para el BL (a) y BH (b) por mes. Líneas discontinuas muestran la división entre estaciones.

este grupo que los valores de los residuales de Pearson alcanzaron un mayor nivel de dependencia. Para el caso del BH (Figura 4b) se observó que a visibilidades mayores a 2 metros hubo una mayor frecuencia de viajes en los que se realizaron dos inmersiones, menor frecuencia de viajes en los que se realizaron una inmersión y solo un 8.4% realizaron tres inmersiones por viaje. Sin embargo, a visibilidades menores a 2 metros, en los viajes hubo la tendencia de realizar solo una inmersión, y fue para este grupo que los valores de los residuales de Pearson alcanzaron un mayor nivel de dependencia.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

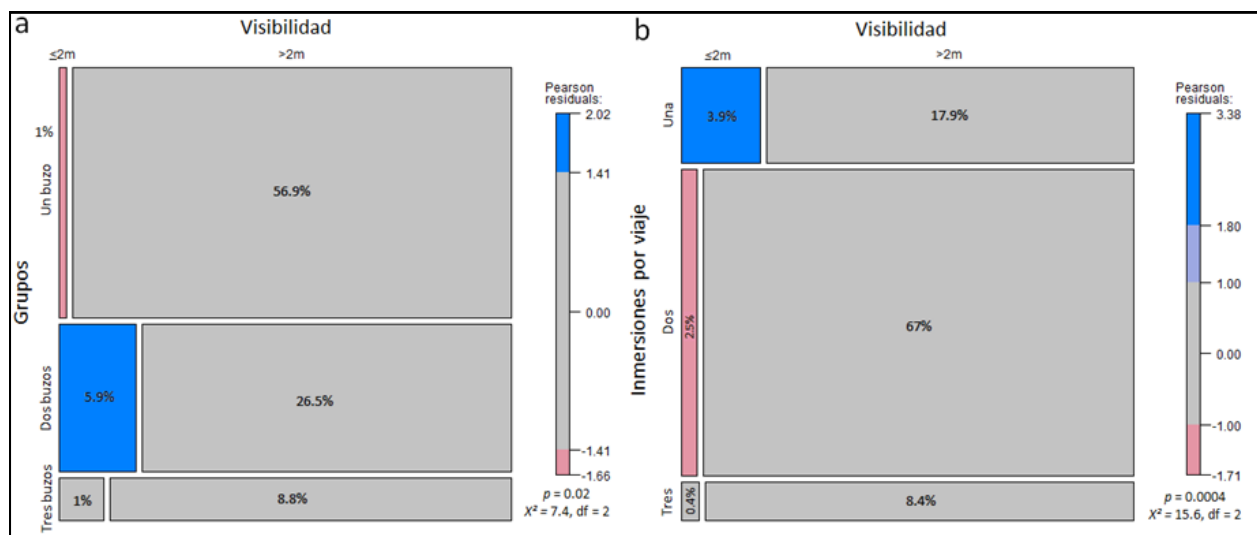
Dada su naturaleza multiespecies, multi-arte los patrones de operación de las pesquerías bento-demersal de las costas del Pacífico en Costa Rica presentan una dinámica compleja. Este tipo de pesquerías se caracteriza por una complicada estructura comunitaria con intrincadas interacciones entre organismos y una rica composición de comunidades ecológicas que definen la estabilidad de los ecosistemas (Pelletier y Ferraris 2000, Katsanevakis et al. 2010). La falta de conocimiento de estas interacciones y del impacto que la pesca pudiera tener en ellas puede favorecer procesos de explotación inadecuados y en el peor de los casos críticos (Díaz-Uribe et al. 2007). El ambiente biogeográfico que rodea esta pesquería parece definir la distribución espacial y temporal del esfuerzo pesquero que los pescadores asignan a los diferentes sitios de pesca y a las diferentes especies objetivo. Otras variables como la profundidad, la visibilidad, lluvias, marejadas y operacionales contribuyen marcadamente en la variabilidad en las capturas.

Si bien la pesquería bento-demersal de Playa Lagarto exhibe un complejo patrón que incluye una mezcla amplia de especies, se evidenció la preferencia por ciertas especies,

definidas aquí como especies objetivo. El empleo de ambos métodos de buceo coincide en la pesca de seis especies comunes que se comercializan y también se consumen localmente, donde sobresalen la langosta, pulpo y el pez loro (procesado en filete). Interesantemente a diferencia de otros sitios donde la langosta es prácticamente comercializada para exportación (FAO 2006), en este sitio parte de la captura se consume localmente. El pez loro en el caso de la pesca con BL no contribuye de manera importante a su economía, más bien un conjunto de varias especies complementan sus ingresos.

Para el caso del BH, el ostión y el caracol o cambute contribuyeron a aumentar el valor de la captura. Estas especies son inaccesibles para los pescadores que emplean solo BL ya que habitan a mayores profundidades o en sitios a mayor distancia donde los buzos libres no pueden acceder.

Varios autores han resaltado la importancia de explorar faenas operacionales de la actividad pesquera ligadas a la conducta del pescador para definir patrones de pesca y unidades de esfuerzo apropiadas a los contextos dados (Salas et al. 2004, Mahevas et al. 2008, Katsanevakis et al. 2010, Holland 2004). En este contexto, uno de los métodos de pesca donde más incertidumbre se reporta es el buceo (Seijo et al. 1991, Arceo y Seijo 1991, Salas et al. 2004), por lo que, en este sentido, diversos factores tales como experiencia en pesca, tácticas operacionales, actitud ante el riesgo y expectativas de captura han sido considerados elementos que responden a regulaciones de manejo, además de disponibilidad biológica del stock, condiciones del mercado y factores ambientales. En este estudio se confirmó la relevancia de los factores ambientales que permitan la aplicación de los métodos de pesca asociados al buceo. Aspectos socio-culturales y características psicológicas (como historia familiar, personalidad) fuertemente



**Figura 4.** Gráficos de mosaico que muestran la distribución de los viajes de grupos de buzos libres (a) e inmersiones por viaje para H (b). Los valores dentro de los mosaicos indican la frecuencia en porcentajes.

arraigadas que dirigen los procesos de toma de decisiones en un contexto específico también se han reportado en el caso de pesquerías artesanales como el caso del estudio aquí presentado (Bené y Tewfik 2001, Putten et al. 2012).

Menor tiempo de pesca registrado en el caso de los buzos que emplean BL y que trabajan en áreas someras era esperado. Estos pescadores usualmente planifican su viaje de pesca una hora antes en que el mar alcance su menor altura. La duración de la marea baja es de una hora, pero muchas veces los buzos ingresan una hora antes y salen una hora después de la menor altura de marea, por lo que tienen alrededor de tres horas disponibles para operar en condiciones óptimas. Esto les permite aprovechar la disminución de la profundidad y el oleaje lo que les ayuda a operar con mayor seguridad, realizar inmersiones a menor profundidad, nadar menos distancia hasta parches de arrecife, asegurar una mejor visibilidad en dichas áreas y evitar fuertes corrientes de resaca. A pesar de esto, los buzos que trabajan en áreas someras, experimentan una mayor exigencia física por tener que caminar y nadar mayores distancias desde la orilla hasta los parches de arrecife que han seleccionado *a priori* para luego regresar hasta el centro de acopio con la captura. Estos buzos realizan mayor cantidad de inmersiones apnea y enfrentan corrientes de resaca. Los mayores tiempos efectivos de buceo por parte de BH reflejan largos recorridos de búsqueda y captura subacuática sobre fondos rocosos, parches y barreras de arrecife. Sin embargo, debido a las limitaciones asociadas a la acumulación de nitrógeno, exigencias físicas inherentes a las faenas de captura subacuática, y condiciones que impone el medio acuático como variaciones en la presión, corrientes, temperatura y turbidez que experimentan los buzos en ambos métodos, se esperaría que estos tiempos efectivos de pesca no aumentarían en el tiempo dadas las capacidades del buzo.

No se observaron diferencias significativas en el tiempo efectivo de pesca por viaje de los grupos de buzos que trabajan con BH durante las estaciones del año, se evidencia que más que aumentar el número de horas, los buzos que operan con BH tienden a aumentar el número de inmersiones por viaje de pesca y los grupos buzos que trabajan con BL realizan viajes con mayor frecuencia, esto como una estrategia presente en los meses secos, y cuando las condiciones oceanográficas son las más favorables. Para los primeros (BH), esta estrategia representa la visita a más sitios diferentes en búsqueda de mayores capturas y para los segundos (BL) implica un menor riesgo al realizar inmersiones en sitios que presentan fuerte oleaje y aspectos de cooperación asociados al acarreo de la captura. Se deduce que los buzos tienden a formar grupos no solo por aspectos de cooperación sino también como una estrategia ante el riesgo. Lo anterior refleja un conocimiento del pescador acerca de los cambios estacionales en el ambiente y en la distribución de recurso (Salas y Gaertner 2004, Monroy et al. 2010). Sin embargo, esto también puede tener implicaciones sobre sus condiciones

de salud (Huchim 2010), estos aspectos no han sido tomados en consideración y abren todo un campo de investigación en términos de análisis de riesgo e incertidumbre en esta región. Por ejemplo, Bené y Tewfik, (2001) y Stevenson et al. (2011) reportan casos donde no todos los pescadores están dispuestos a asumir riesgos de accidentes o descompresión, las condiciones del medio, y sus habilidades parecen influir en sus decisiones sobre sus patrones de pesca y sus tiempos de inmersión.

A través del mundo, pesquerías de pequeña y gran escala son reguladas por medio de restricciones que proponen adaptaciones al esfuerzo de pesca con el propósito de reducir la presión sobre recursos agotados o vulnerables. Sin embargo, todavía existe poca preocupación por estudiar las conductas del pescador durante faenas de pesca que dirigen la asignación del esfuerzo e influyen en la eficiencia pesquera y que finalmente definen el esfuerzo pesquero efectivo que se ejerce sobre los recursos. Este estudio ofrece una secuencia de análisis que ayudan a entender las decisiones en el corto plazo que toman los pescadores en la escala operacional y temporal de la faena de pesca. Además, se observó cómo estas decisiones no solo se ven influenciadas por los factores particulares de su entorno, sino también, como estas decisiones explican el comportamiento individual o grupal que se refleja en la forma de estrategias específicas dirigidas a maximizar las capturas tanto para fines comerciales como para la seguridad alimentaria. Detalles de las operaciones de pesca proporcionada por observadores a bordo de embarcaciones y en los desembarques permitieron conocer cuáles de estos factores promueven cambios sustanciales en la dinámica del esfuerzo. Generar este conocimiento es indispensable para elaborar estrategias de manejo y evaluación que se ajusten a las características particulares de los métodos de pesca y la forma de utilización comercial y no comercial de los recursos bento-demersales por parte de los pobladores locales.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los pescadores de Playa Lagarto, quienes hicieron posible la realización de los estudios llevados a cabo en el área: Luis Calderón, Yehudy Calderon, Junior Espinoza, Leiter, Greivin, Pelón, Richard, Ata, Loro. Igual agradecemos a los intermediarios y a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron en esta investigación. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral del primer autor en el CINVESTAV U. Mérida.

#### LITERATURA CITADA

- Abernethy, E., H. Allison, P. Molloy y M. Coté. 2007. Why do fishers fish where they fish? Using the ideal free distribution to understand the behavior of artisanal reef fishers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **64**:1595-1604.
- Arceo P. y J.C. Seijo. 1991. Fishing effort analysis of the small-scale spiny lobster (*Panulirus argus*) fleet of the Yucatan shelf. *FAO Fisheries Report*. **431**:59-74.
- Bené, C. y A. Tewfik. 2001. Fishing effort allocation and fishermen's decision making process in a multi-species small-scale fishery: analysis of the conch and lobster fishery in Turks and Caicos Islands. *Human Ecology* **29**:157-186.

- Branch, T.A., R. Hilborn, A.C. Haynie, G. Fay, L. Flynn, J. Griffiths y K.N. Marshall. 2006. Fleet dynamics and fishermen behavior: lessons for fisheries managers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **63**:1647-1668.
- Díaz-Urbe, J.G., F. Arreguín-Sánchez y M.A. Cisneros-Mata. 2007. Multispecies perspective for small-scale fisheries management: A trophic analysis of La Paz Bay in the Gulf of California, Mexico. *Ecological Modelling* **201**:205-222.
- Eriksson, H., M. de la Torre-Castro, y P. Olsson. 2012. Mobility, Expansion and Management of a Multi-Species Scuba Diving Fishery in East Africa. *PLoS ONE* **7**(4).
- FAO. 2006. *Informe del quinto Taller Regional sobre la Evaluación y la Ordenación de la Langosta Común del Caribe. Mérida, Yucatán, México, 19-29 de septiembre de 2006*. FAO Informe de Pesca. No. 826. Roma, Italia. 99 pp.
- Friendly, M. 1994. Mosaic displays for multi-way contingency tables. *Journal of the American Statistical Association* **89**:190-200.
- Herrera-Ulloa A., L. Villalobos-Chacón, J. Palacios-Villegas, R. Viquez-Portuguéz y G. Oro-Marcos. 2011. Coastal fisheries of Costa Rica. Pages 117-136 en: S. Salas, R. Chuenpagdee, J.C. Seijo, and A. Charles (eds.) *Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries Technical Paper. No. 544. Rome, Italy.
- Holland, S. 2004. Spatial fishery rights and marine zoning: a discussion with reference to management of Mmrine resources in New England. *Marine Resource Economics* **19**:21-40.
- Huchim, O. 2010. Enfermedad por descompresión en Pescadores de langosta de la costa oriente de Yucatán. Tesis de Maestría, CINVESTAV, Unidad Mérida, Mer.Mérida, Yucatan, México.
- Katsanevakis, S., C.D. Maravelias, V. Vassilopoulou, e J. Haralabous. 2010. Boat seines in Greece: landings profiles and identification of potential métiers. *Scientia Marina* **74**:65-76.
- Mahevas, S., L. Bellanger y V.M. Trenkel. 2008. Cluster analysis of linear model coefficients under contiguity constraints for identifying spatial and temporal fishing effort patterns. *Fisheries Research* **93**:29-38.
- Monroy, C., S. Salas y J. Bello-Pineda. 2010. Dynamics of fishing gear and spatial allocation of fishing effort in a multispecies fleet. *North American Journal of Fisheries Management* **30**:1187-1202.
- Naranjo, M.H. 2010. Caracterización de los sistemas operacionales, modalidades y artes de pesca utilizados para la captura de la langosta *Panulirus gracilis* (Streets, 1871) en Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras* **2**:73-82.
- Naranjo, M.H. 2011. Biología pesquera de la langosta *Panulirus gracilis* (Streets, 1871) en Playa Lagarto, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* **59**:619-633.
- Pelletier, D. and D.J. Ferraris. 2000. A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **57**:51-65.
- Seijo, J.C., S. Salas, P. Arceo y D. Fuentes. 1991. Análisis bioeconómico comparativo de la pesquería de langosta *Panulirus argus* de la plataforma continental de Yucatán. FAO Fisheries Report. No. 431 (Suppl.):39-58.
- Salas, S. y D. Gaertner. 2004. The behavioural dynamics of fishers: Management implications. *Fish and Fisheries* **5**:153-167.
- Salas S., J.L. Euan-Ávila, E. Coronado, L.E. Palomo-Cortés, y L.A. Muñoz. 2012. Análisis sobre riesgos y accidentes en pesquerías artesanales en el sureste de México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **64**:294-301.
- Stevenson, T.C., N.T. Brian y J. Dierking. 2011. Fisher behaviour influences catch productivity and selectivity in West Hawaii's aquarium fishery. *ICES Journal of Marine Science* **68**:813-822.
- R Development Core Team. 2012. R: a language and environment for statistical computing, in: R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org>, ISBN 3-900051-07-0.
- Ulrich, C. y B.S. Andersen. 2004. Dynamics of fisheries, and the flexibility of vessel activity in Denmark between 1989 and 2001. *ICES Journal of Marine Science* **61**:308-322.
- Van Putten, I.E. S. Kumala, O. Thébaud, N. Dowling, K. G. Hamon, T. Hutton y S. Pascoe. 2012. Theories and behavioural drivers underlying fleet dynamics models. *Fish & Fisheries* **13**(2):216-235.