

---

Implementación de un programa de monitoreo para la pesquería de langosta en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y Banco Chinchorro, durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre de 2018 [Convenio COBI-ECOSUR].

---

*Informe Final,*

preparado para: Comunidad y Biodiversidad, A.C. (COBI);

SCPP "Andrés Quintana Roo", SCPP "Langosteros del Caribe" y SCPP "Pescadores de Banco Chinchorro".

Responsable: Dr. Eloy Sosa Cordero.

Equipo de trabajo:

Ocean. Angélica Ramírez González, Biól. Giezi Yam Poot, P. Biól. Zael Hernández Morales, y P. Biól. Cecilia López Vázquez.

El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Chetumal

Chetumal, Quintana Roo

Diciembre 12 de 2018.

## **Implementación de un programa de monitoreo para la pesquería de langosta en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y Banco Chinchorro, durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre de 2018.**

### **1. Introducción.**

El presente informe incluye los resultados del monitoreo del recurso langosta en la zona central y sur del estado de Quintana Roo, llamado también Caribe mexicano; como parte de un programa de mejoramiento pesquero (FIP, por sus siglas en inglés). En 2016, este FIP fue voluntariamente adoptado por seis cooperativas que participan en la pesquería de langosta en dos Reservas de la Biosfera (RB), RB Sian Ka'an y RB Banco Chinchorro. Como antecedente, cabe recordar que en Julio de 2012 esta pesquería artesanal de langosta obtuvo la certificación del Marine Stewardship Council (MSC). En 2015 las seis cooperativas declinaron seguir el proceso de re-certificación, una dura decisión debido meramente a la falta de recursos económicos. No obstante, de inmediato las cooperativas accedieron a continuar, de manera voluntaria, con el programa de actividades cuyo diseño original respondía al proceso de la certificación. Este paso mostró la determinación de las organizaciones pesqueras por mantener las condiciones de sostenibilidad que justificaron la certificación; además de expresar voluntad de trabajar para mejorar tales condiciones, y con ello subsanar las observaciones de los auditores externos.

En 2016, un proyecto previo "Desarrollo de *stock assessment* y definición de Puntos de Referencia Biológicos...", ejecutado bajo un primer convenio COBI-ECOSUR, sentó las bases del monitoreo de la pesquería de langosta. En primer lugar, se elaboró un protocolo de monitoreo, con distintos formatos para recopilar datos de tallas y captura-esfuerzo. En el marco del proyecto, se reconoció al monitoreo como una actividad central, tanto en pesquerías certificadas por el MSC u otros, como en pesquerías que han adoptado un FIP o programa de mejora pesquera. En 2017, bajo convenio COBI-ECOSUR, también se llevó a cabo el monitoreo de la pesquería de langosta en ambas RB, Sian Ka'an y Banco Chinchorro en el período de Julio a Septiembre de 2017. En esa misma línea, el presente informe da cuenta de los resultados del monitoreo de la pesquería de langosta en cuatro localidades pesqueras, tres en la RB Sian Ka'an y una en la RB Banco Chinchorro (Tabla 1). En esta ocasión, como parte del tercer convenio COBI-ECOSUR, las actividades de monitoreo se efectuaron de Julio a Septiembre de 2018 en la RB Sian Ka'an y de Julio a Octubre de 2018 en la RB Banco Chinchorro –esto último gracias a los fondos aportados por las propias cooperativas que operan en dicho banco. Así, este esfuerzo de monitoreo corresponde al comienzo de la temporada langostera 2018-2019.

Las facilidades que permiten efectuar el monitoreo de la pesquería son evidencia del apoyo recibido por las seis cooperativas que operan en ambas RB. En esta ocasión, lo anterior resultó reforzado por el apoyo económico que aportaron las tres cooperativas de RB Banco Chinchorro. Por tercera ocasión consecutiva, se mantuvo coordinación con personal del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA), en especial con la Dra. Verónica Ríos Lara –directora del Programa de Langosta del Golfo de México y Mar

Caribe de INAPESCA. La coordinación consistió en establecer una rotación mensual entre el personal de INAPESCA y personal de ECOSUR ligado al proyecto, para efectuar el monitoreo mensual de la pesquería en Punta Allen. Ahí, INAPESCA efectuó el monitoreo en Julio, Agosto y Octubre de 2018; en tanto que ECOSUR lo hizo en Julio y Septiembre de 2018. Posteriormente, intercambiamos los datos colectados por cada institución, lo que hizo posible contar con una base de datos más grande y completa, a la vez de hacer un uso más eficiente de los recursos disponibles. En un futuro cercano, es conveniente que esta coordinación sea formalizada mediante un convenio tripartita, entre INAPESCA, COBI y ECOSUR que evite duplicar esfuerzos de muestreo y aumente la eficiencia en el uso de recursos disponibles para el monitoreo.

En el cuatrimestre Julio-Agosto de 2018, en el área de estudio se obtuvo una muestra de mediciones de talla de langostas, de tamaño considerable con un total de  $n= 16,104$  datos individuales de longitud de carapacho (LC), en mm (Tabla 1). Paralelamente, en dicho período fueron levantadas en total  $n= 425$  entrevistas a pescadores socios de las seis cooperativas pesqueras, lo que permitió reunir datos de captura-esfuerzo correspondiente a igual número de viajes diarios de pesca (Tabla 2).

De manera similar a la temporada anterior (2017-2018) en la presente temporada 2018-2019 hubo eventos de vientos del SE, lluvias y una amenaza de tormenta tropical, todos eventos comunes en el período de Julio a Septiembre. Fue necesario desalojar en una sola ocasión (a comienzos de Octubre), tanto Banco Chinchorro como Bahía Espíritu Santo. Cabe recordar que la temporada pasada (2017-2018) los pescadores de Banco Chinchorro fueron desalojados en tres ocasiones y dos veces en el caso de las bahías de RB Sian Ka'an. Además del cese de la actividad pesquera por períodos que se extienden más allá de estos eventos; estas situaciones dificultan programar los muestreos que requieren estrecha coordinación con los socios y directivos de las cooperativas.

Como se verá más adelante, el monitoreo se mantuvo por tercer año consecutivo en las áreas de pesca que lograron la certificación del MSC, que ahora participan activamente en el FIP (programa de mejora pesquera). Con este monitoreo 2018 se sientan las bases para la próxima evaluación del recurso langosta en esta área geográfica. Tal evaluación había sido planteada como objetivo de periodicidad bi-anual, por lo que en sentido estricto se debió haber efectuado en 2018. Por lo tanto, podría decirse que es una actividad de prioridad en 2019.

## **2. Resultados del monitoreo, por localidad.**

A continuación se presentan en detalle los resultados del monitoreo de la pesquería en cada una de las cuatro localidades pesqueras que forman parte de las áreas certificadas por el MSC, donde ahora se implementa un plan de mejora pesquera.

Tabla 1. Tamaños de muestra (*n*), en número de mediciones de talla en cuatro localidades pesqueras al interior de la RB Sian Ka'an (RBSK) y RB Banco Chinchorro.

Localidades /RB	Temporada 2018-2019				
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	JASO
Punta Allen <sup>1</sup> / RBSK	2,627	555	2,809	1056	7,047
Colonia María Elena / RBSK	1,056	1,143	419	---	2,618
Punta Herrero / RBSK	1,669	688	332	---	2,689
RB Banco Chinchorro	721	944	1,029	1,056	3,750
<b>2018 Sumas</b> <b>[2017 Sumas]</b>	<b>6,073</b> <b>[4,801]</b>	<b>3,330</b> <b>[3,617]</b>	<b>4,589</b> <b>[5,442]</b>	<b>2,112</b> <b>[---]</b>	<b>16,104</b> <b>[13,860]</b>

Tabla 2. Número de entrevistas aplicadas a pescadores para obtener datos de captura-esfuerzo por viaje (embarcación) en cuatro localidades pesqueras de la RB Sian Ka'an (RBSK) y la RB Banco Chinchorro.

Localidades /RB	Temporada 2018-2019				
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	JASO
Punta Allen <sup>1</sup> / RBSK	16	--	44	---	<b>60</b>
Colonia María Elena Punta Herrero / RBSK	49	31	19	---	<b>99</b>
RB Banco Chinchorro	72	72	98	24	<b>266</b>
<b>2018 Sumas</b> <b>[2017 Sumas]</b>	<b>137</b> <b>[193]</b>	<b>103</b> <b>[159]</b>	<b>161</b> <b>[135]</b>	<b>24</b> <b>[---]</b>	<b>425</b> <b>[487]</b>

### 2.1. Colonia María Elena, norte de Bahía Espíritu Santo, RB Sian Ka'an.

En Colonia María Elena, en el Norte de Bahía Espíritu Santo, tienen sus viviendas los socios de la SPCP "Cozumel". Ellos tienen su residencia en Isla Cozumel o Felipe Carrillo Puerto e incluso Chetumal. Durante la temporada de pesca, la cooperativa programa la permanencia de los grupo de trabajo por períodos de una a dos semanas de pesca; a lo que sigue un viaje a Cozumel o Carrillo Puerto para convivir con la familia, atender asuntos personales y de tipo administrativo (pagos) y eventos de la propia cooperativa.

Aunque la entrada y salida de los grupos de trabajo a la bahía siguen un programa; a menudo el estado del tiempo obliga a hacer cambios. Algo parecido sucede con el camión que entra a Punta Herrero a recoger periódicamente la producción de langosta acumulada durante una o dos semanas de pesca. En general, la entrada del camión se programa luego de reunir de 1.5 a 2 toneladas de langosta; no conviene retrasar la entrega porque se trata de evitar mantener en cautiverio a las langostas por largo tiempo en los encierros, por su efecto en la calidad y estado del producto.

A continuación se presentan los resultados del monitoreo de Julio a Septiembre de 2018 en Colonia María Elena (Tabla 3).

### 2. 1. 1. Resultados: Análisis de la composición por tallas.

Con los datos colectados en muestreos mensuales de tallas se construyeron polígonos de frecuencia de la longitud de carapacho (LC) en mm de las langostas capturadas, con intervalos de clase de 5 mm de amplitud. Las distribuciones de frecuencias de las muestras mensuales fueron expandidas (elevadas) a la captura total de cada mes. Esto explica que los tamaños de muestra ( $n$ ) indicados en las figuras sean mayores a los tamaños de muestra originales (Tabla 3). Con este procedimiento se representa la distribución de frecuencia del período trimestral, de Julio a Septiembre de 2018 (Fig. 1).

Tabla 3. Relación de las mediciones de talla obtenidas cada mes en Colonia María Elena; a partir del muestreo de desembarques de la SPP “Cozumel” que opera en la porción norte de Bahía Espíritu Santo, RB Sian Ka’an.

Mes	Tamaño de muestra		Longitud de carapacho LC (mm)			
	n	Sexo	Mín.	Max.	Media	Desv. est
Julio 2018	1,056	Ambos	64.7	162.5	91.12	11.92
	685	Machos	70.2	162.5	94.41	12.13
	371	Hembras	64.7	123.0	85.03	8.73
Agosto 2018	1,143	Ambos	70.0	148.0	92.40	12.13
	699	Machos	73.2	148.0	96.53	12.14
	444	Hembras	70.0	137.5	85.91	8.83
Septiembre 2018	419	Ambos	72.0	140.9	94.51	13.03
	241	Machos	74.9	140.9	98.91	13.35
	178	Hembras	72.0	124.8	88.55	9.86
Julio a Septiembre	2,618	Ambos	64.7	162.5	92.22	12.25
	1,625	Machos	70.2	162.5	95.99	12.41
	992	Hembras	64.7	137.3	86.05	9.06

En la distribución de frecuencia de tallas sumaria, que representa todo el período de Julio a Septiembre de 2018 (Fig. 1), se advierte la repetición de patrones observados en la temporada anterior (Fig. 2). De 90 mm LC para abajo dominan las hembras (Figs. 1 y 2); en tanto que de 90 mm LC para arriba, predominan los machos (Figs. 1 y 2). La marcada disparidad entre las distribuciones de talla de machos y hembras de langosta (Figs. 1 y 2), cuestiona el uso de la distribución de sexos combinados en análisis subsecuentes, ya que dicha distribución tiene una forma muy distinta respecto de la distribución de cada uno de los sexos (Figs. 1 y 2). Por tanto, la obtención de resultados más realistas requiere que el análisis de tallas debe hacerse para cada sexo por separado. Otra consecuencia de la dispar estructura de tallas entre hembras y machos, es que la captura de sublegales tiene mayor impacto en las hembras (Fig. 1).

Otro rasgo persistente en ambas temporadas de pesca, 2017 y 2018, es el predominio numérico de los machos en las capturas del período de muestreo (Figs. 1 y 2).

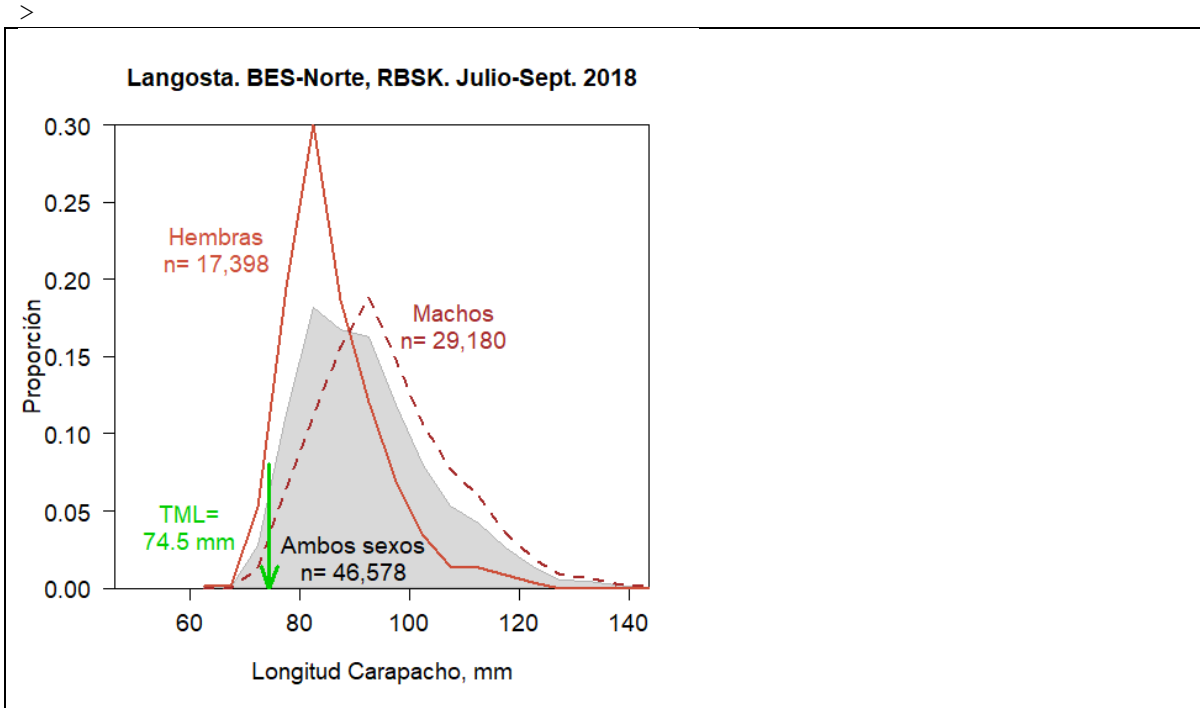


Figura 1. Distribución sumaria de frecuencias de longitud de carapacho en mm, en áreas de pesca de la SCPP “Cozumel” en 2018; para ambos sexos (sombreado gris) y sexos separados, hembras (línea continua) y machos (línea punteada). Se obtuvieron de sumar las muestras mensuales elevadas a la captura total.

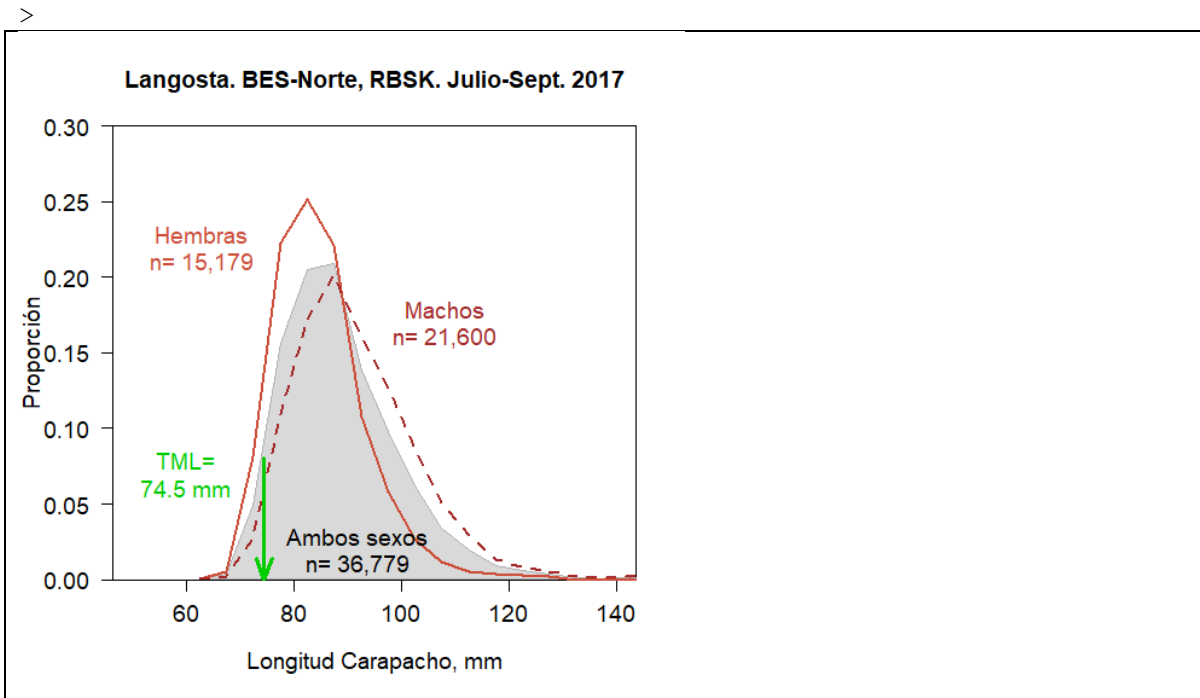


Figura 2. Distribución sumaria de frecuencias de longitud de carapacho en mm, en áreas de pesca de la SCPP “Cozumel” en 2017; para ambos sexos (sombreado gris) y sexos separados, hembras (línea continua) y machos (línea punteada). Se obtuvieron de sumar las muestras mensuales elevadas a la captura total.

## 2. 1. 2 Indicadores de talla / Bahía Espíritu Santo-Norte.

Con los datos de talla, en mm de longitud de carapacho (LC), se calcularon indicadores de interés pesquero. Primero se determinó el porcentaje de individuos capturados cuya talla estuvo por debajo de la talla mínima legal (TML), de 74.5 mm LC equivalente a 135 mm de longitud de cola o abdominal (LA). Además, se calcularon los indicadores simples de Munro (1983).

**Porcentaje de langosta de talla sublegal en las captura.** El porcentaje de langostas de tallas sublegales en la distribución sumaria (Fig. 1), fue de 2.88% para ambos sexos combinados; mientras que para sexos separados alcanzó 5.51% en hembras y 2.88% en machos. Estas cifras son aceptables al considerar la manera en que son manipuladas y capturadas las langostas mediante buceo libre. En tales circunstancias es prácticamente imposible que el pescador evalúe siempre correctamente la talla exacta de las langostas.

Cabe señalar que los valores de la temporada 2018 fueron mejores que los registrados en 2017; cuando el porcentaje de langostas de talla sublegal fue de 5.37% para ambos sexos combinados; mientras que se reportó un 8.72% en hembras y 3% en machos.

**Indicadores de Munro (1983).** Munro (1983) propuso tres indicadores de talla útiles para fines comparativos, ya sea en el tiempo para una misma localidad o entre localidades en un mismo tiempo. La talla de primera captura **lc**, es el límite inferior del primer intervalo de longitud que corresponde a individuos completamente reclutados a la pesquería. De la distribución sumaria de tallas (Fig. 1) se obtuvieron valores **lc**, para ambos sexos, 80 mm LC; en hembras, 80 mm LC; y machos, 90 mm LC. Estos valores **lc**, fueron similares a los registrados en 2017 (Fig. 2), cuando fue de 85 mm LC para ambos sexos; mientras que en hembras fue 80 mm LC; y machos, 85 mm LC.

El promedio calculado sobre intervalos de talla que no están completamente reclutados, que incluyen el primer intervalo de pleno reclutamiento, es la talla promedio de reclutamiento **lr**. En 2018, los valores **lr** calculados de la distribución sumaria de tallas (Fig. 1) fueron de 79.84 mm LC para ambos sexos; 79.69 mm LC en hembras, y 86.65 mm LC en machos. En la temporada 2017 (Fig. 2), se obtuvieron valores **lr** de 82.03 mm LC para ambos sexos; de 78.90 mm LC en hembras y de 82.78 mm LC en machos

El tercer indicador, **I\_barra**, es la talla promedio de individuos reclutados completamente, incluyendo el primer intervalo plenamente reclutado y los intervalos restantes, a la derecha. De la distribución sumaria de talla (Fig. 1) se calculó **I\_barra** de 94.78 mm LC para ambos sexos; en hembras, 89.28 y machos 102.36 mm LC. Estos valores son similares a los reportados en 2017 (Fig. 2), cuando **I\_barra** para ambos sexos fue de 95.49 mm LC; mientras que en hembras fue de 88.86 y en machos 96.83 mm LC.

## 2.1.3 Hembras en actividad reproductiva / B. Espíritu Santo –Norte.

Junto con la medición de tallas, en los muestreos mensuales se hicieron observaciones en los individuos. En las hembras se registró la presencia de parche o huevecillos, como

indicador de actividad reproductiva. Con datos del muestreo, Julio a Septiembre 2018, se construyó la gráfica de la proporción de hembras con parche (Fig. 3). En este período se observó una tendencia general: la fracción de hembras con parche aumentó con la talla (Fig. 3); lo anterior fue visible sobre todo en el intervalo de 75 a 120 mm LC (Fig. 3).

En las poblaciones locales de langosta *Panulirus argus* hay actividad reproductiva todo el año; con máxima intensidad en los meses de veda, de Marzo a Junio (Ramírez Estévez 1996). En el norte de Bahía Espíritu Santo, de Julio a Septiembre de 2018, la fracción de hembras con parche, en actividad reproductiva reciente, varió con los meses; de 40.7% de las hembras en Julio, a 30.9% de las hembras en Agosto y 16.3% en Septiembre. Al considerar la talla, la proporción de hembras en actividad reproductiva varió entre 0 y 0.5 de las hembras (Fig. 3).

Los valores de 2018 superaron con mucho a los registrados en 2017, cuando la fracción de hembras en actividad reproductiva fue de 2.08% de las hembras en Julio, 7.58% de las hembras en Agosto y 7.38% en Septiembre. Al tomar en cuenta la talla, la proporción de hembras en actividad reproductiva varió entre 0 y 0.67 de las hembras (Fig. 4).

Como se verá luego, estos indicadores de hembras en actividad reproductiva del norte de Bahía Espíritu Santo fueron superiores a los registrados en el sector sur de esta bahía.

#### **2. 1. 4 Relación peso-longitud, norte de B. Espíritu Santo.**

En el norte de Bahía Espíritu Santo, el muestreo de tallas de langosta se hace a bordo de las embarcaciones durante la faena de pesca. Esto dificulta la medición de peso debido a que la balanza digital no se estabiliza por el viento y el oleaje. La oportunidad de medir peso y longitud aparece justo durante la entrega de producto para su traslado a plantas de procesamiento localizadas en Cancún o Progreso, Yucatán. Esto explica el pequeño tamaño de muestra reportado en 2018.

Con el conjunto de datos individuales de peso entero en gramos y sus respectivas longitudes de carapacho en mm, registrados en el norte de Bahía Espíritu Santo fueron estimados los parámetros de la relación tipo potencial entre peso y talla. Se determinó tal relación para ambos sexos combinados, con base en una muestra de  $n= 254$  pares de valores. Luego, se estimaron los parámetros de la relación peso-longitud para cada sexo por separado; con  $n= 108$  datos de hembras, y  $n= 146$  datos de machos de langosta.

A continuación se presentan las gráficas (Fig. 5) de las relaciones peso-longitud estimadas en individuos de langosta capturados en el norte de Bahía Espíritu Santo.



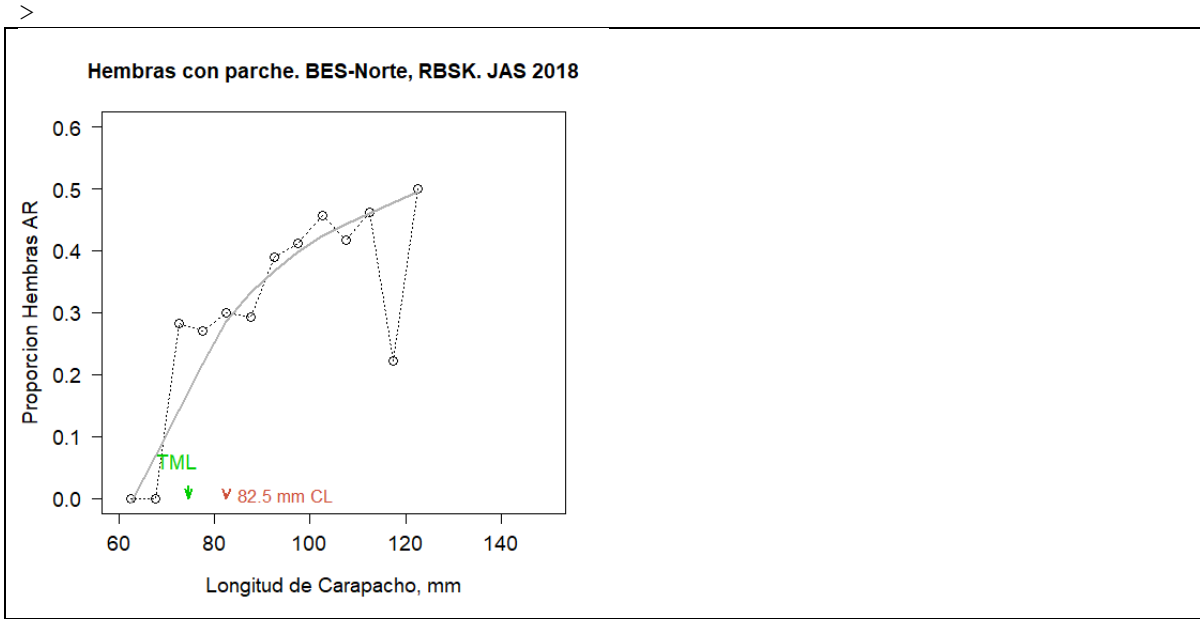


Figura 3. Proporción de hembras en actividad reproductiva (con parche) en 2018 con respecto a la longitud de carapacho en mm. Se incluyen las observaciones (círculos) y la tendencia general (línea continua), dada por una técnica de suavizado.

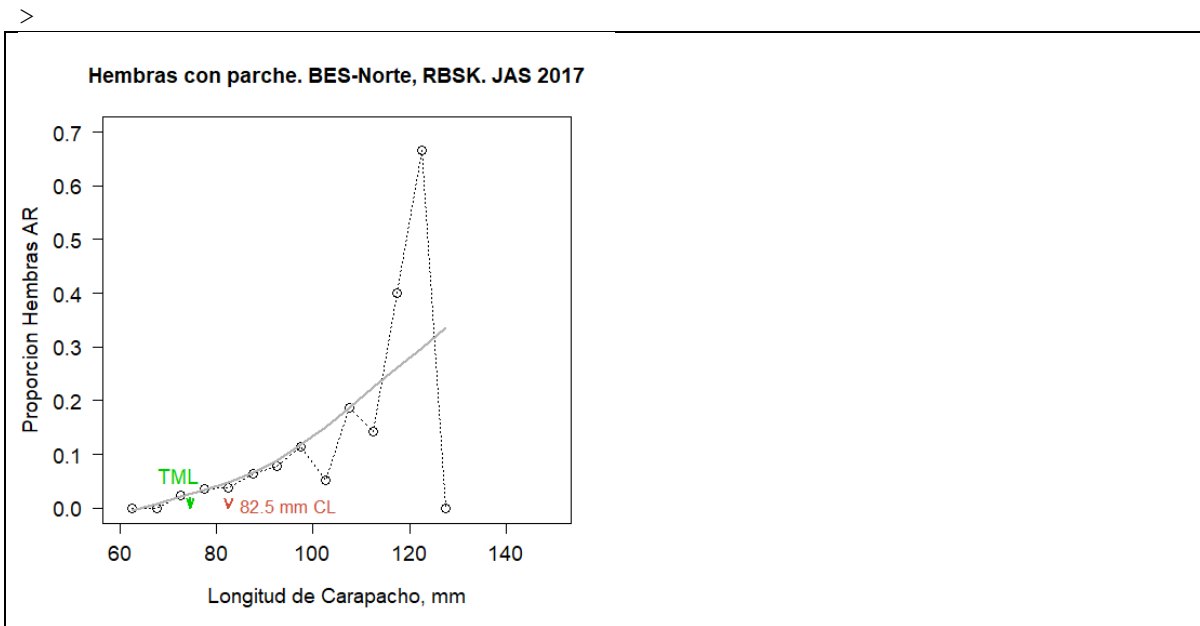


Figura 4. Proporción de hembras en actividad reproductiva (con parche) con respecto a la longitud de carapacho en mm en 2017. Se incluyen las observaciones (círculos) y la tendencia (línea continua) según la técnica de suavizado.

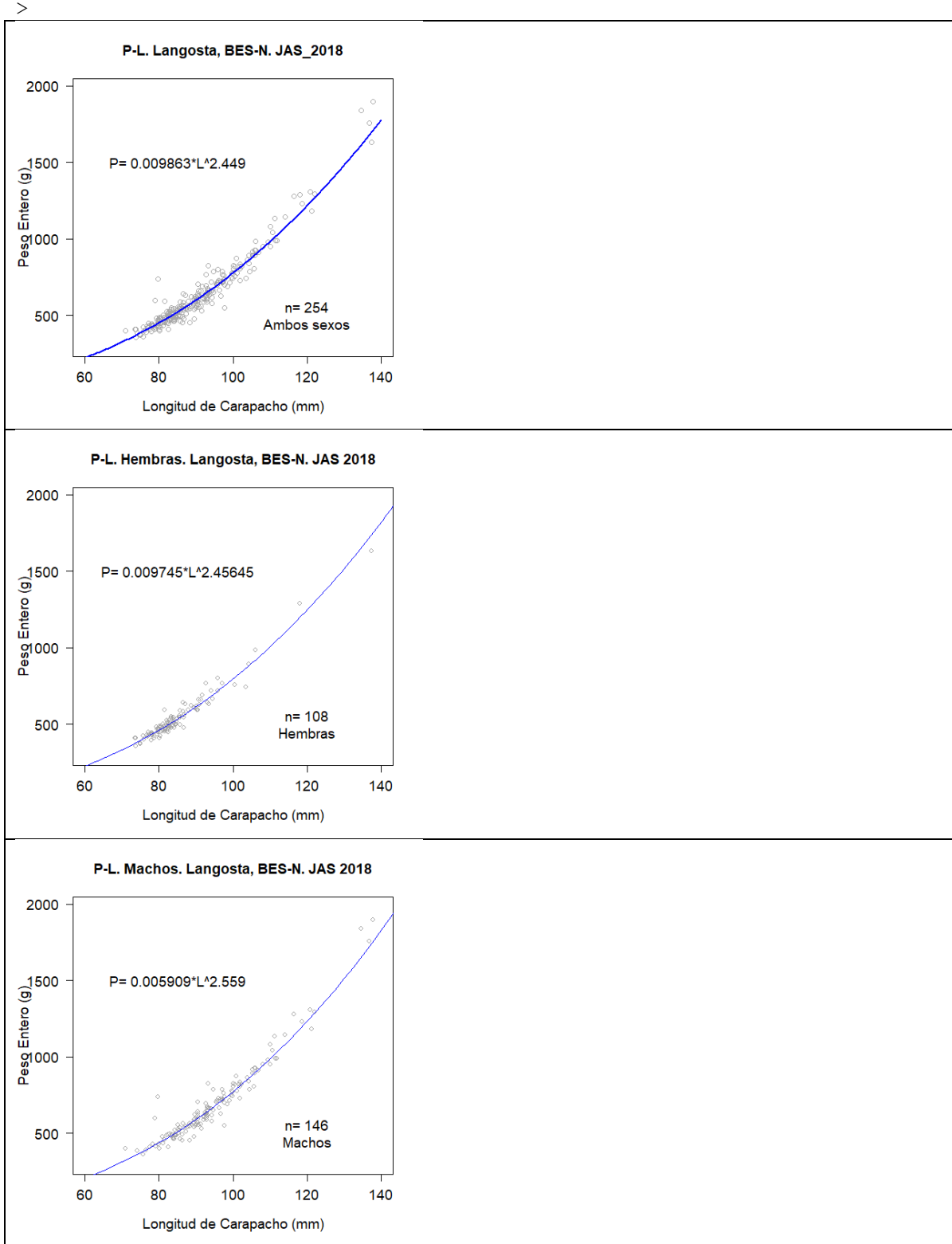


Figura 5. Relación tipo potencial ( $P = a \cdot LC^b$ ), entre peso entero P, en gramos, y longitud de carapacho LC, en mm, de langostas capturadas en el norte de Bahía Espíritu Santo durante 2018. Se determinaron los valores de los parámetros a y b en ambos sexos combinados (panel superior), hembras (panel intermedio) y machos (panel inferior).

### 2. 1. 5. Resultados: Datos de captura-esfuerzo.

Las capturas mensuales de Julio a Septiembre de 2018, con base en datos suministrados por directivos de la cooperativa “Cozumel”, fueron las siguientes: 16,470.7 Kg de peso entero (PE) en Julio; 9,128 Kg PE en Agosto y 5,049.6 Kg PE en Septiembre. Por tanto la captura total de Julio a Septiembre de 2018 alcanzó el volumen de 30,648.3 Kg PE. Estas capturas fueron superiores a las obtenidos en 2017, cuando se registraron capturas de 12,049 Kg de peso entero (PE) en Julio; 1,776.3 Kg PE en Agosto y 8,538.1 Kg PE en Septiembre. En dicho período, la suma de capturas alcanzó un total de 21,363 Kg PE.

Con los valores de captura total de langosta por mes y pesos de muestras mensuales de talla, se calcularon los factores de expansión,  $f_{exp}$  definidos como el cociente de la captura total mensual,  $CT_m$  y el peso de la muestra mensual de tallas,  $PM_m$ ; esto es,  $f_{exp} = \frac{CT_m}{PM_m}$ . Luego, con estos factores de expansión fue elevada cada muestra mensual de talla a la captura total correspondiente; para ello, las frecuencias de cada intervalo de talla de las muestras mensuales fueron multiplicadas por su respectivo factor de expansión (mensual).

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es un índice de amplio uso en pesquerías, ya que se supone como índice de abundancia relativa de la población explotada. En este proyecto, las entrevistas a los pescadores permiten calcular dos índices de CPUE. El primero emplea simplemente la captura total, en número de langostas, que resulta de un viaje de pesca por embarcación o grupo de trabajo. Así, el índice CPUE1 tiene unidades en número de langostas por viaje de pesca. El segundo índice, más elaborado, requiere conocer las horas de buceo y el número de buzos. Las horas de buceo se aproximaron por la diferencia entre la hora de regreso y de salida del viaje; en tanto que el número de buzos se obtuvo del número de tripulantes menos uno. El producto de ambos, número de buzos y horas de buceo, arroja el total de horas de buceo aplicado en un viaje de pesca. Por tanto, el segundo índice CPUE2, corresponde al cociente entre la captura en número de langostas y el total de horas de buceo –definido antes como un producto. El índice CPUE2 tiene unidades en número de langostas por horas de buceo. En cada mes de muestreo, se obtuvieron valores promedio de ambos índices calculados a partir del conjunto de valores individuales reunido en las encuestas de cada mes.

Se reportan los valores promedio de ambos índices, CPUE1 y CPUE2, a escala de cada bahía o banco. En esta sección se presentan los valores de ambos índices registrados en toda la Bahía Espíritu Santo. Sin embargo, de manera gráfica se muestran las tendencias del CPUE en cada uno de los sectores norte y sur de esta bahía.

En ambos sectores de Bahía Espíritu Santo, de Julio a Septiembre de 2018, se colectaron  $n= 99$  datos de captura-esfuerzo a través de entrevistas a los pescadores al final de la jornada de pesca. Del índice CPUE1, se obtuvo un promedio de  $60.56 \pm 42.56$  langostas por viaje ( $\bar{y} \pm de$ ), con mínimo de 11 y máximo 200 langostas por viaje. La distribución de este índice siguió una curva de tipo normal (Fig. 6). Se advierten algunas diferencias en la forma de distribución de los valores de CPUE1 registrados en ambos sectores de la bahía

(Fig. 6). Los valores de CPUE1 del norte de la bahía, donde opera la cooperativa “Cozumel” tienden a concentrarse alrededor de un valor promedio superior al promedio correspondiente de los valores de CPUE1 del sector sur de la bahía.

El índice CPUE1 mostró un comportamiento consistente en el tiempo (Fig. 7). En Julio ( $n=49$ ) tuvo un promedio de  $75.69 \pm 48.02$  ( $\bar{y} \pm de$ ) langostas por viaje; a lo que siguió un descenso en los dos meses siguientes, en Agosto ( $n=31$ ) con promedio de  $52.94 \pm 34.08$ ; y en Septiembre ( $n=19$ ), con un valor promedio de  $33.95 \pm 17.49$  (Fig. 7).

Por otro lado, los valores del índice CPUE2 tuvieron promedio de  $6.82 \pm 4.43$  ( $\bar{y} \pm de$ ) langostas por hora de buceo; con mínimo de 1.27 y máximo de 24.60 langostas por hora de buceo. Los valores del índice CPUE2 siguieron un modelo Log-normal o un modelo normal con asimetría a la derecha (Fig. 8). Hubo también diferencias visibles en la distribución de valores de CPUE2 colectados en el sur y norte de la bahía (Fig. 8). Con base en el coeficiente de variación (CV), fue mayor variabilidad del primer índice CPUE1, en comparación con el segundo, CPUE2); de hecho el coeficiente de variación de CPUE2 (CV= 65.0%) fue menor al CV del CPUE1 (CV= 70.3%).

El comportamiento en el tiempo del índice CPUE2 fue similar al de CPUE1 (Fig. 7). En Julio tuvo promedio de  $8.13 \pm 4.85$  ( $\bar{y} \pm de$ ) langostas por hora de buceo; disminuyó luego en los meses siguientes, en Agosto con promedio de  $5.47 \pm 4.98$ ; y aumentó ligeramente en Septiembre, con promedio de  $5.81 \pm 9.06$  (Fig. 7).

Con respecto al tiempo, ambos índices siguieron un comportamiento similar (Fig. 7). De manera, ambos índices mostraron la capacidad de dar una misma señal de los cambios de abundancia relativa del recurso durante el período de monitoreo. En general, resulta preferible usar el índice más elaborado, que considera mayor cantidad de información, como la duración del viaje de pesca y el número de buzos. Sin embargo, bajo situaciones de escasez de recursos humanos y económicos, es factible trabajar con un índice simple, y de menores costos como el CPUE1.

Con fines comparativos, para tres temporadas consecutivas de monitoreo, de 2016 a 2018, se presentan las variaciones mensuales de ambos índices CPUE (Fig. 9). Con distinta claridad, ambos índices coinciden en señalar que en la temporada 2017 se alcanzaron valores más elevados de abundancia relativa, y que en la 2016 se registró una la menor abundancia relativa (Fig. 9). Por lo tanto, con distinto grado, ambos índices sugieren que la temporada 2018 fue una temporada intermedia entre 2016 y 2017 (Fig. 9).

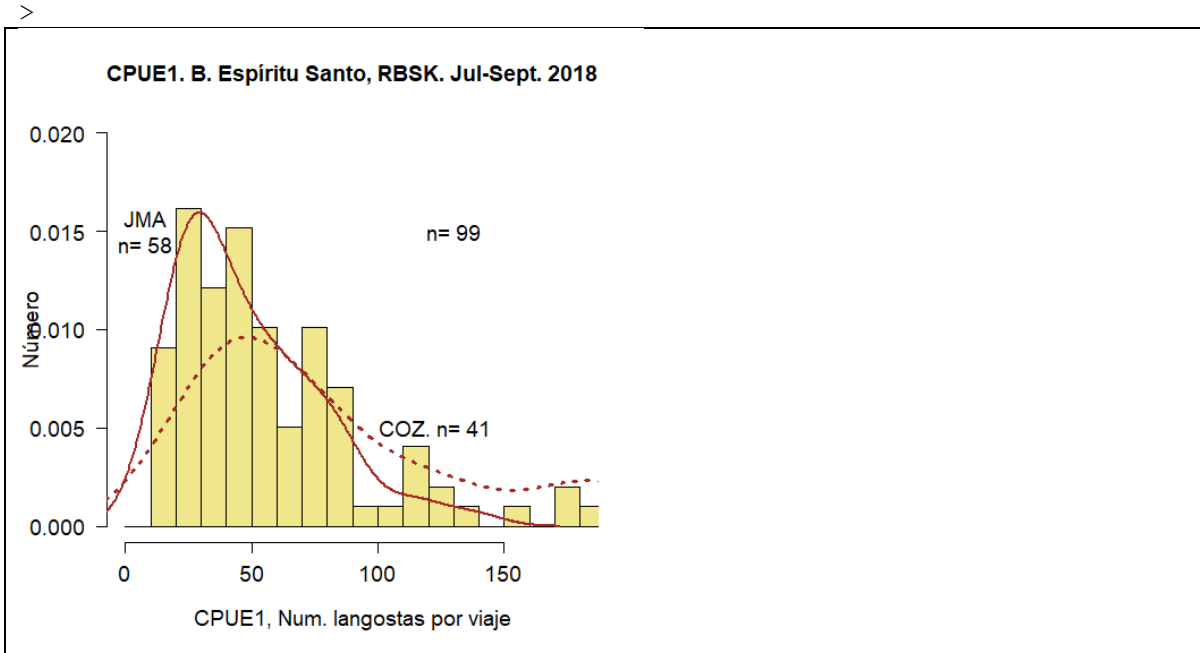


Figura 6. Distribución de frecuencias de valores individuales del índice CPUE1, en número de langostas por viaje de pesca, registrados en Bahía Espiritu Santo (barras) de Julio a Septiembre de 2018. Se incluye el comportamiento del índice en el sector sur (JMA, n= 58; línea continua) y el sector norte (n= 41; línea punteada COZ) de la bahía.

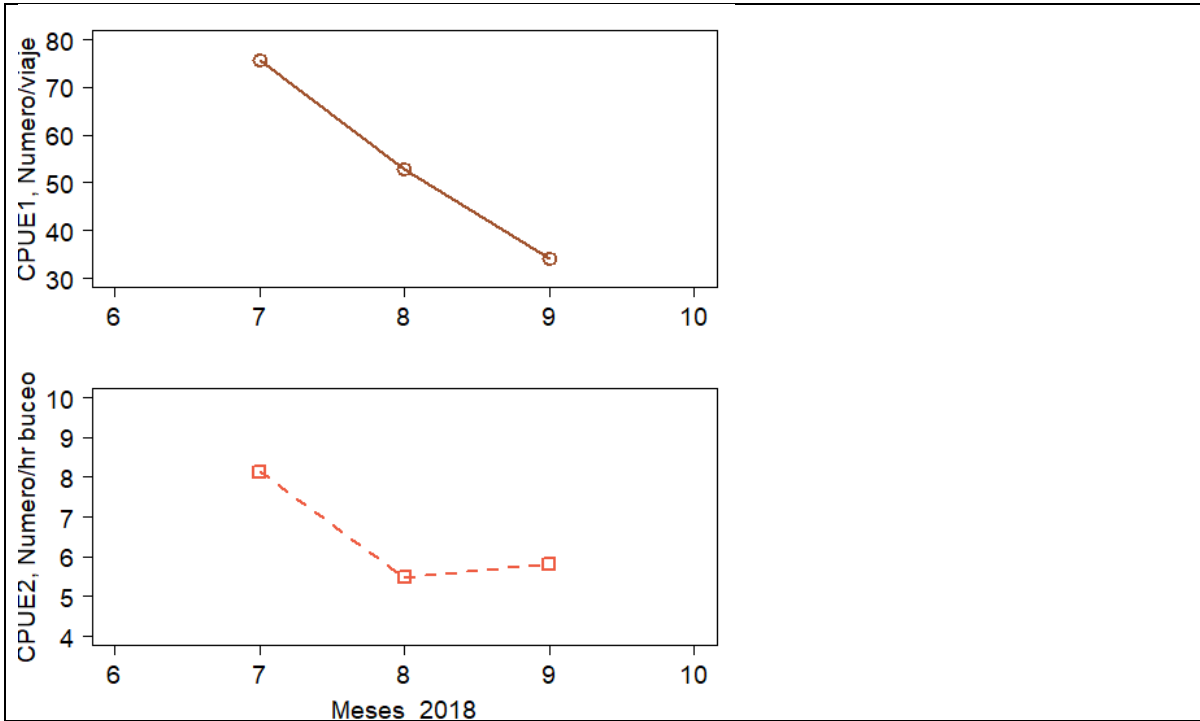


Figura 7 . Variación de los promedios mensuales de índices de captura por unidad de esfuerzo en Bahía Espiritu Santo. El índice más simple, CPUE1 en langostas por viaje de pesca (panel superior) y uno más elaborado, CPUE2 en langostas por hora de buceo (panel inferior).

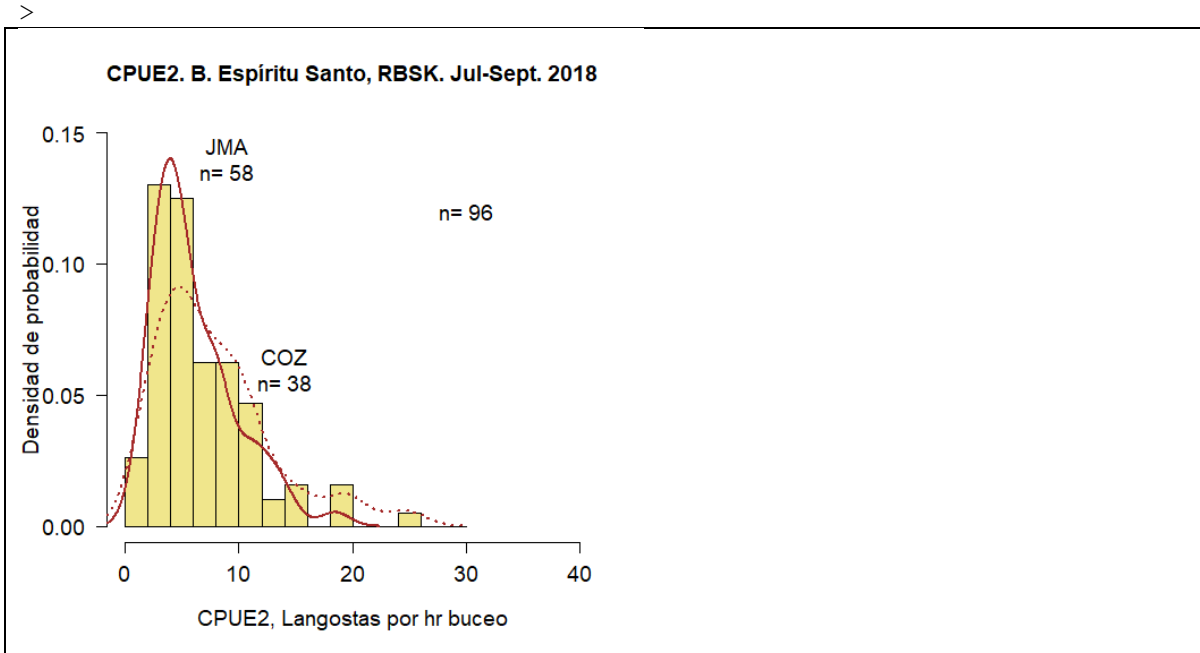


Figura 8. Distribución de frecuencias de valores individuales de CPUE2, en número de langostas por horas de buceo, observados en Bahía Espíritu Santo (barras) de Julio a Septiembre de 2018. Se incluye el comportamiento del índice en el sector sur (JMA, n= 82; línea continua) y el sector norte (n= 70; línea punteada COZ) de la bahía.

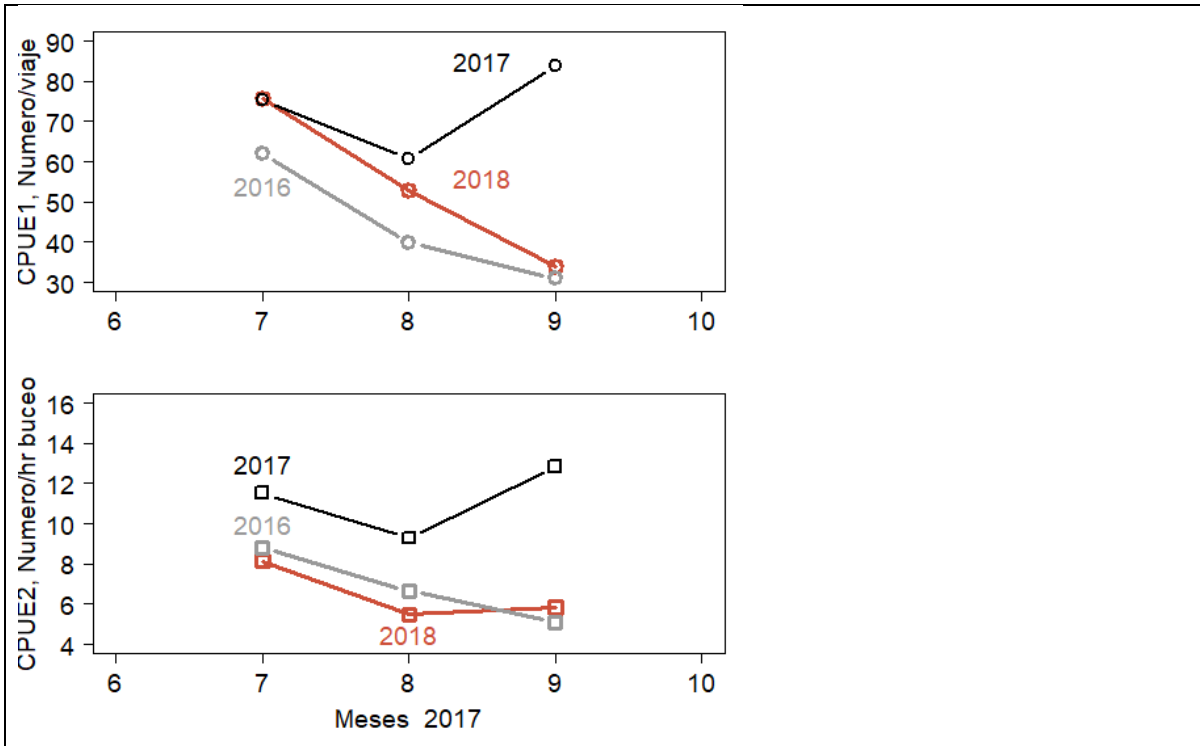


Figura 9. Comportamiento mensual de los dos índices de CPUE, en número de langostas por viaje (CPUE1, panel superior) y en número de langostas por hora de buceo (CPUE2, panel inferior) para tres temporadas consecutivas de pesca, 2016 a 2018.

## 2. 2. Colonia Punta Herrero, sur-Bahía Espíritu Santo, RB Sian Ka'an.

En la Colonia Punta Herrero tienen sus viviendas los socios de la SCPP “José María Azcorra”; la mayoría tiene ahí su residencia fija junto con sus familias. De hecho, una fracción de los socios que reside en Punta Herrero, posee también vivienda en Chetumal o Calderitas. Por tanto, los pescadores viajan a Chetumal con frecuencia para visitar familiares, atender asuntos personales y de tipo administrativo (pagos) de la cooperativa.

Las salidas y entradas a la bahía de los pescadores son decisiones de cada grupo de trabajo, de acuerdo a las labores y directrices de la cooperativa. En los hechos, las condiciones del tiempo meteorológico gobiernan la actividad pesquera. Esto también ocurre con la entrada del camión que recoge periódicamente la producción de langosta que los pescadores acumulan en encierros provisionales durante un determinado tiempo dedicado a la pesca.

A continuación se presentan los resultados del monitoreo de la pesquería en el período de Julio a Septiembre de 2018, en la parte sur de Bahía Espíritu Santo (Tabla 4).

Tabla 4. Relación de las mediciones de talla obtenidas cada mes en Punta Herrero durante 2018, a partir del muestreo de las capturas de la SCPP “José M. Azcorra”, en el sector sur de Bahía Espíritu Santo, RB Sian Ka'an.

Mes	Tamaño de muestra		Longitud de carapacho LC (mm)			
	n	Sexo	Mín.	Max.	Media	Desv. est
Julio 2018	1,669	Ambos	64.5	144.5	90.56	11.82
	927	Machos	64.5	144.5	94.80	12.50
	742	Hembras	65.9	116.5	82.26	8.28
Agosto 2018	688	Ambos	64.8	133.7	90.84	12.19
	358	Machos	64.8	133.7	95.36	13.12
	330	Hembras	66.1	126.5	85.95	9.06
Septiembre 2018	332	Ambos	65.8	140.0	88.49	12.29
	164	Machos	68.1	140.0	92.02	14.33
	168	Hembras	65.8	115.8	85.05	10.03
Julio a Septiembre	2,689	Ambos	64.5	144.5	90.38	12.08
	1,449	Machos	64.5	144.5	94.62	12.90
	1,240	Hembras	65.8	126.5	85.41	8.75

### 2. 2. 1. Resultados: Análisis de la composición por tallas.

Con los datos de talla colectados cada mes, se construyeron polígonos de frecuencia de la longitud de carapacho (LC) en mm de las langostas capturadas, con intervalos de clase de 5 mm de amplitud. Las distribuciones de frecuencia de las muestras mensuales fueron expandidas (elevadas) a la captura total de cada mes. Por ello, los tamaños de muestra (*n*) indicados en algunas figuras son mayores que los tamaños de muestra originales

(Tabla 4). Este procedimiento permitió representar la distribución de frecuencia de tallas de todo el período trimestral, de Julio a Septiembre de 2018 (Fig. 10).

En la distribución de frecuencia de tallas sumaria, que resume todo el período de Julio a Septiembre (Fig. 8), se repiten patrones descritos en respectiva distribución sumaria de la temporada previa, 2017 (Fig. 11). La marcada disparidad entre las distribuciones de talla de machos y hembras de langosta (Figs. 10 y 11), explica que la distribución de sexos combinados tenga forma distinta a la distribución de cada uno de los sexos (Figs. 10 y 11). Debido a esto último, obtener resultados más realistas requiere que el análisis de tallas considere sexos separados. La dispar estructura de tallas entre machos y hembras ocasiona también que la captura de sub-legales tenga un mayor impacto negativo sobre las hembras (Figs. 10 y 11).

Se encontró que las hembras tienen una distribución de tallas más compacta, de tipo unimodal (Fig. 10); en cambio, la distribución de longitud de los machos tiende a una mayor amplitud (extensión), y propende a ser polimodal (Fig. 10). Similar a lo descrito en el norte de esta bahía, se nota un corrimiento a la derecha de la distribución de talla de los machos con respecto a la distribución de las hembras (Fig. 10). Tal corrimiento señala que las hembras dominan en las tallas menores, inferiores a 80-85 mm LC (Fig. 10); mientras que los machos predominan entre las tallas superiores a 80-85 mm LC (Fig. 10).

Estos patrones y tendencias fueron también observadas en la temporada 2017 (Fig. 11). Por lo tanto, estas características se pueden considerar relativamente estables, propias de las poblaciones locales que ocupan las dos bahías centrales de RB Sian Ka'an.

### **2. 2. 2. Indicadores de talla / Bahía Espíritu Santo-Sur.**

Con los datos de talla, en mm de longitud de carapacho (LC), se calcularon indicadores de interés pesquero. Primero se obtuvo el porcentaje de langostas en la captura con talla inferior a la talla mínima legal (TML), de 74.5 mm LC equivalente a 135 mm de longitud de cola o abdominal (LA). Además, se calcularon los indicadores simples de Munro (1983).

**Porcentaje de langostas de talla sublegal.** En el sur de Bahía Espíritu Santo, el porcentaje de langostas de talla sublegal calculado de la distribución sumaria (Fig. 10) fue de 7.8% para ambos sexos combinados; mientras que en sexos separados resultó de 10.7% en hembras y 5.3% de los machos. Estas cifras porcentuales de tallas por debajo de la TML están en un nivel aceptable, dentro del margen de error permisible asociado al método de captura de langosta basado en buceo libre. Bajo tales circunstancias es difícil que el pescador pueda siempre evaluar correctamente la talla exacta de las langostas.

En la temporada pasada, los porcentajes de talla sublegal fueron mayores, siendo motivo de preocupación. En 2017, las langostas de talla sublegal fueron el 15.37% para ambos sexos combinados; mientras que fue de 21.07% en hembras y 10.79% de los machos. Es digno de reconocimiento a la mejora registrada en la temporada 2018 en el porcentaje de langostas de tallas menores de la TML; sujetas solo a manipulación, no a mortalidad por pesca. Es deseable que esta cooperativa siga vigilante de este importante aspecto.



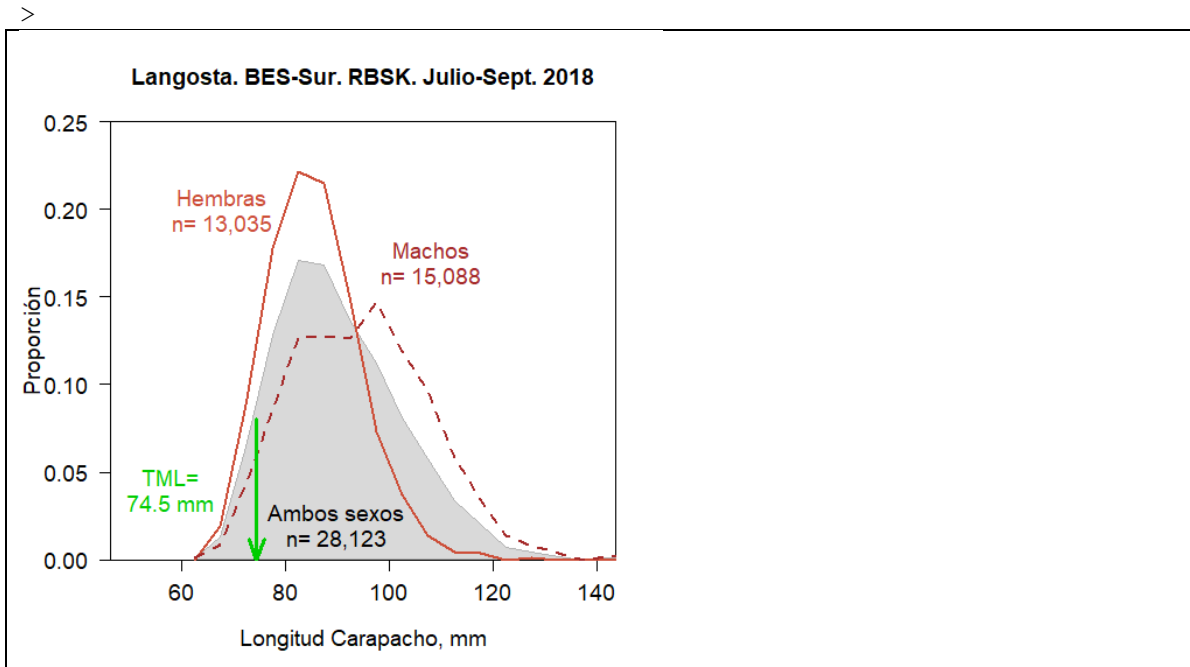


Figura 10. Distribución sumaria de frecuencias de longitud de carapacho en mm, en áreas de pesca de la SCP "José M. Azcorra"; para ambos sexos (sombreado gris) y sexos separados, hembras (línea continua) y machos (línea punteada) durante 2018. Se obtuvieron de sumar las muestras mensuales elevadas a la captura total.

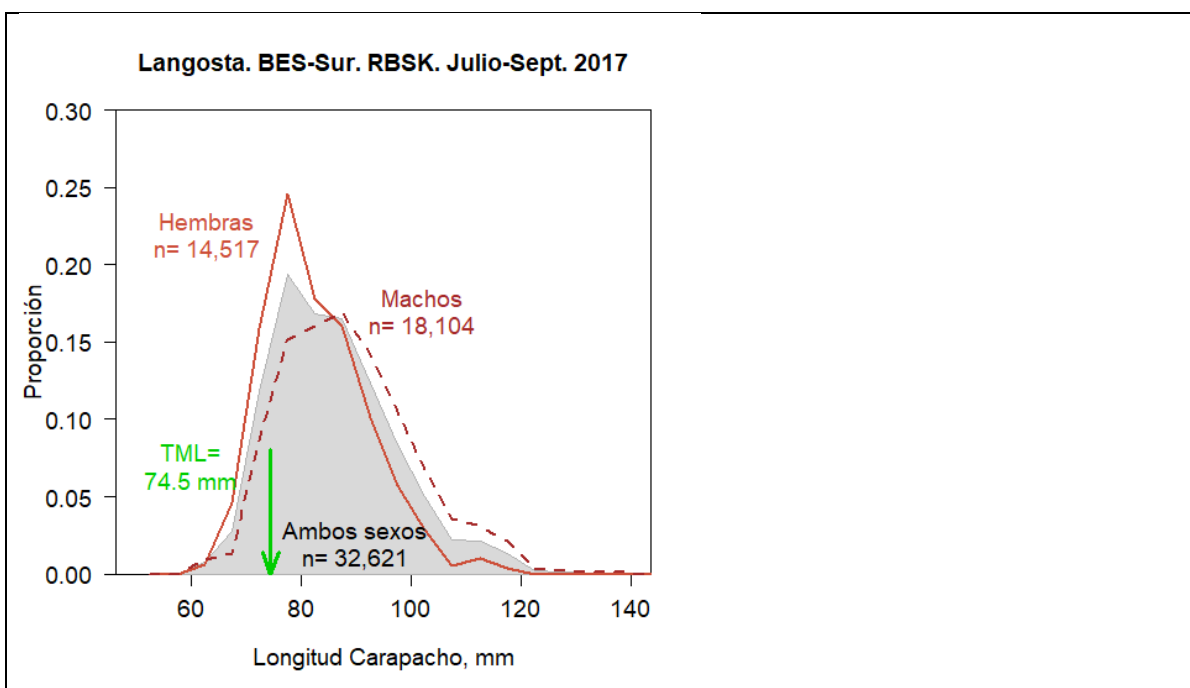


Figura 11. Distribución sumaria de frecuencias de longitud de carapacho en mm, en áreas de pesca de la SCP "José M. Azcorra" durante 2017; para ambos sexos (sombreado gris) y sexos separados, hembras (línea continua) y machos (línea punteada). Se obtuvieron de sumar las muestras mensuales elevadas a la captura total.

**Indicadores de Munro (1983).** Munro (1983) propuso tres indicadores de talla con fines comparativos, en el tiempo para una misma localidad o entre localidades para el mismo tiempo. La talla de primera captura **lc**, es el límite inferior del primer intervalo de longitud que corresponde a individuos que están completamente reclutados a la pesquería.

De la distribución sumaria de tallas (Fig. 10) se obtuvieron valores de **lc**, para ambos sexos 80 mm LC; para hembras, 80 mm LC; y en machos, 95 mm LC. Estos valores son un poco mayores a los registrados en 2017; que fueron de 75 mm LC para ambos sexos, 75 mm LC para hembras y 85 mm LC en machos.

La talla promedio de reclutamiento **lr**, es el promedio de la distribución de tallas calculado sobre los intervalos de talla no reclutados por completo, incluyendo el primer intervalo plenamente reclutado. De la distribución sumaria de tallas (Fig. 10) se calcularon valores **lr** para ambos sexos, 78.54 mm LC; las hembras, 78.45 mm LC, y machos, 87.16 mm LC. Estos valores son superiores a los obtenidos en 2017.

El tercer indicador **I\_barra**, es la talla promedio de individuos reclutados plenamente, que incluye el primer intervalo de longitud reclutado por completo y los demás intervalos a la derecha. Los valores **I\_barra** calculados de la distribución sumaria de tallas (Fig. 10) fueron 94.23 mm LC para ambos sexos, 89.51 en hembras y 105.62 mm LC en machos de langosta. Estos valores calculados en 2018 superan a los de 2017; cuando **I\_barra** fue de 88.67 mm LC para ambos sexos, 85.74 en hembras y 93.47 mm LC en machos.

En general, las tallas de langosta capturadas durante 2018 en la porción sur de Bahía Espíritu Santo fueron mayores a las tallas capturadas en la temporada pasada, 2017.

### **2. 2. 3. Hembras en actividad reproductiva / B. Espíritu Santo –Sur.**

En los muestreos, además de medir las tallas se hicieron observaciones en los individuos; en hembras se registró la presencia de parche o de huevecillos. La presencia de parche se consideró indicador de actividad reproductiva reciente. Con los datos de hembras colectados de Julio a Septiembre de 2018, se construyó una gráfica de la proporción de hembras con parche en el sur de Bahía Espíritu Santo (Fig. 12). De modo similar al norte de la bahía, en este período se observó un patrón general: la proporción de hembras con parche primero aumentó con la talla en el intervalo entre 70 y 90 mm LC (Fig. 12) y luego disminuyó en el intervalo de 95 a 120 mm LC (Fig. 12). Otro modo de interpretar el patrón observado, es señalar que el grueso de las hembras en actividad reproductiva estuvo en el intervalo de 80 a 110 mm LC (Fig. 12).

El patrón observado en 2018 difiere del reportado en 2017 (Fig. 13), que consistió en una tendencia creciente en la proporción de hembras con parche a medida que aumentó la longitud de carapacho en el intervalo de 80 a 120 mm (Fig. 13).

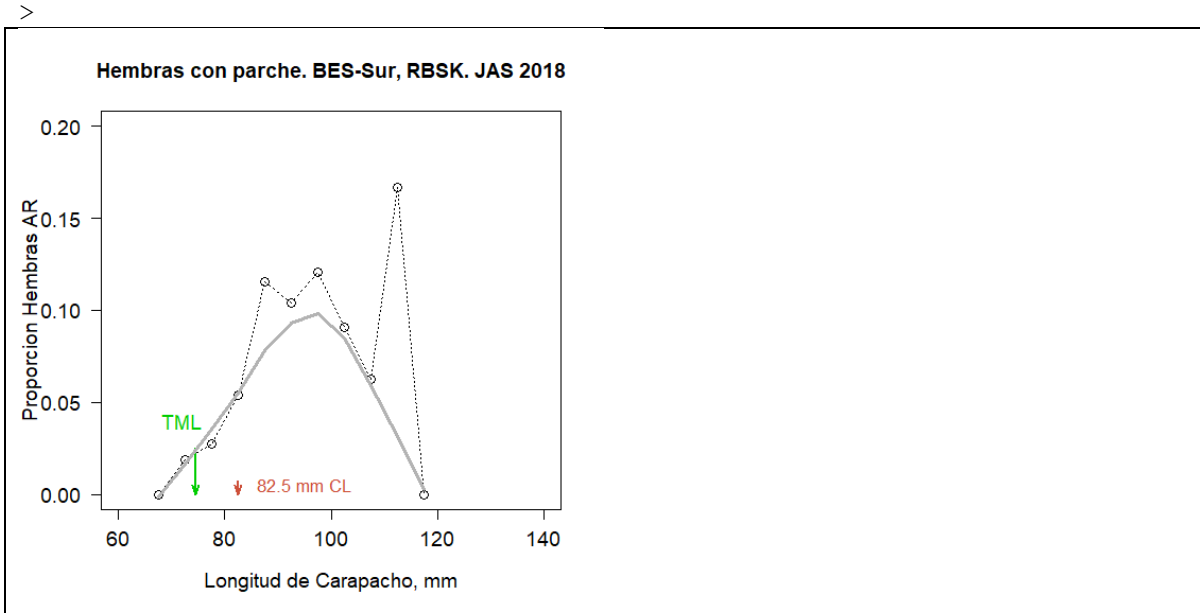


Figura 12. Proporción de hembras en actividad reproductiva (con parche) en relación con la longitud de carapacho en mm en el sur de Bahía Espíritu Santo, durante 2018. Se incluyen las observaciones (círculos) y la tendencia general (línea continua), usando una técnica de suavizado.

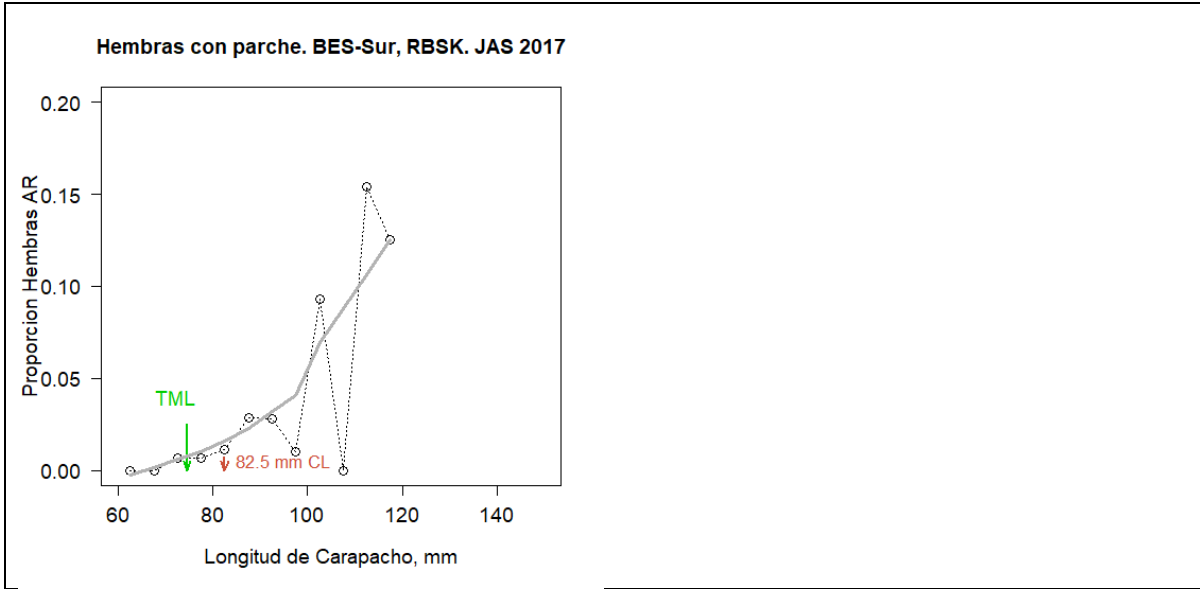


Figura 13. Proporción de hembras en actividad reproductiva (con parche) en relación con la longitud de carapacho en mm en el sur de Bahía Espíritu Santo durante 2017. Se incluyen las observaciones (círculos) y la tendencia general (línea continua), usando una técnica de suavizado.

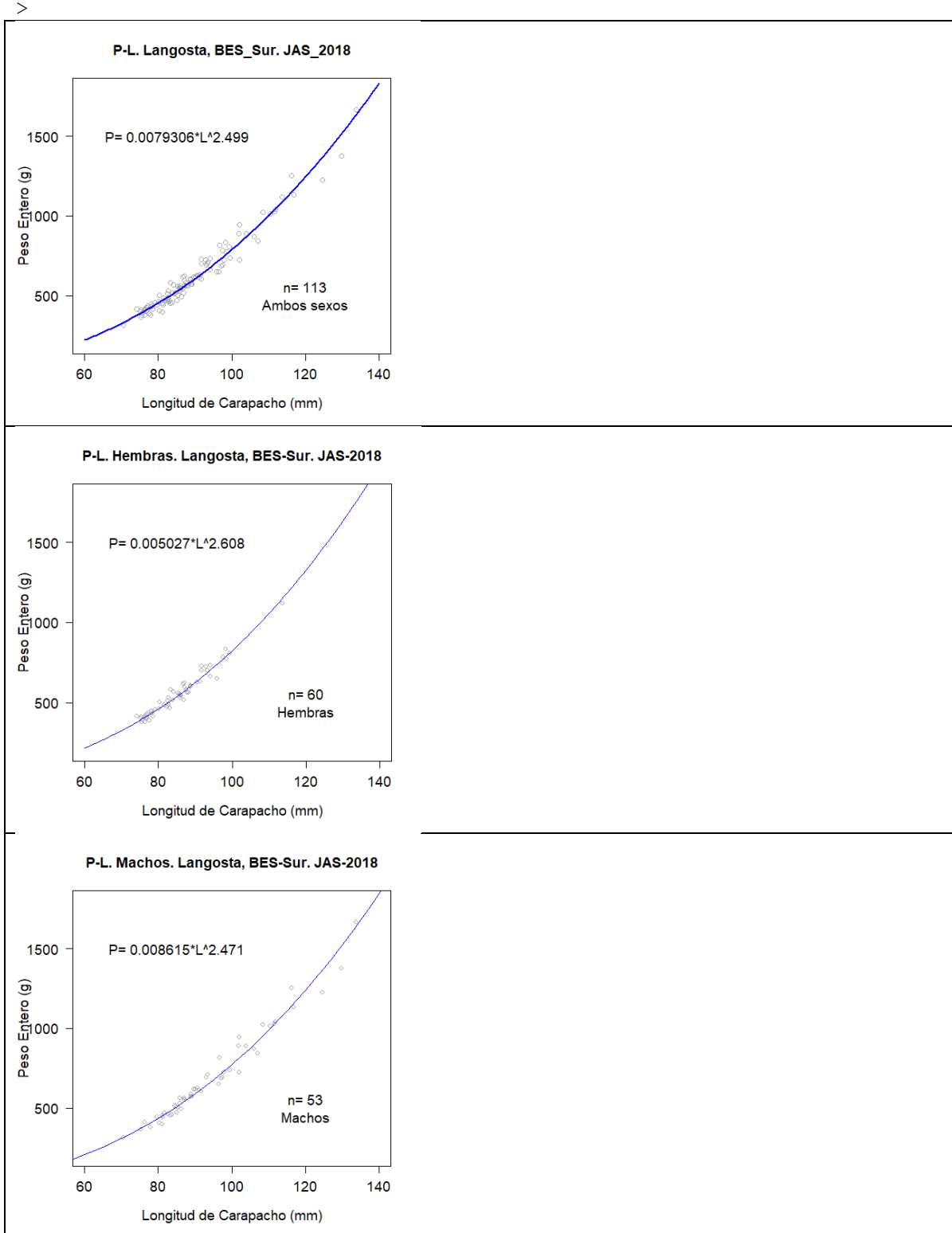


Figura 14. Relación tipo potencial ( $P = a \cdot LC^b$ ), entre peso entero P, en gramos, y longitud de carapacho LC, en mm, de langostas capturadas en áreas de pesca del sur de Bahía Espíritu Santo durante 2018. Se estimaron valores de los parámetros a y b en ambos sexos combinados (panel superior), hembras (panel intermedio) y machos (panel inferior).

#### **2. 2. 4. Relación peso-longitud, sur de B. Espíritu Santo.**

A partir de los datos individuales de peso entero en gramos y sus respectivas longitudes de carapacho en mm, colectados en el sur de Bahía Espíritu Santo fueron estimados los parámetros de la relación tipo potencial entre peso y talla. Se determinó tal relación para ambos sexos combinados, con base en una muestra de  $n= 113$  pares de datos. Luego, se estimaron los parámetros de la relación peso-longitud para cada sexo por separado; con  $n= 60$  datos de hembras, y  $n= 53$  datos de machos de langosta.

A continuación se presentan las gráficas (Fig. 14) de las relaciones peso-longitud que fueron obtenidas en individuos de langosta capturados en el sur de Bahía Espíritu Santo.

#### **3. Punta Allen, Bahía de la Ascensión, RB Sian Ka'an.**

En Punta Allen, además de la pesquería de langosta se desarrolla una intensa actividad económica ligada al eco-turismo y la pesca deportiva (fly-fishing). Es la más desarrollada de las localidades analizadas en el presente trabajo. La mayoría de los socios de la SSCP "Pescadores de Vigía Chico" y sus familias reside en Punta Allen. Disponen de variados servicios, como agua potable, energía eléctrica (5 pm a 12 de la noche); de diversos establecimientos comerciales: abarrotes, restaurantes, hoteles, cooperativas turísticas y empresas de pesca deportiva. Por ello, los pobladores de Punta Allen tienen menos urgencia por salir de la localidad hacia Tulum, Carrillo Puerto y Playa del Carmen donde viven familiares, poseen propiedades (viviendas) u otros negocios,

La salida y entrada de los grupos de trabajo lleva cortos períodos de tiempo, por lo que no afectan demasiado la actividad pesquera. A diferencia de las dos localidades de Bahía Espíritu Santo, las capturas producto de viajes de pesca diarios se entregan directamente al camión de transporte –que está presente con regularidad. La cooperativa programa la actividad pesquera en función de la presencia del camión; este factor fija el calendario de trabajo. De igual modo, la actividad depende también de las condiciones climáticas; en particular, la lluvia y los vientos fuertes ocasionan turbidez del agua que impide el buceo.

El muestreo de Agosto y Octubre de 2018 en Punta Allen estuvo a cargo de personal del CRIP-Puerto Morelos (INAPESCA); mientras que en Julio y Septiembre estuvo a cargo de personal de ECOSUR. En Julio también colectó datos INAPESCA. Al final, todos los datos fueron compartidos entre ambas instituciones. Este funcional esquema de coordinación ha permitido un uso eficiente de los recursos disponibles.

A continuación se presentan los resultados del monitoreo de la pesquería en el período de Julio a Octubre de 2018 (Tabla 5).

#### **2. 3. 1. Resultados: Análisis de la composición por tallas.**

Con los datos de talla reunidos en muestreos mensuales se construyeron polígonos de frecuencia de longitud de carapacho (LC), en mm, de las langostas capturadas en Bahía

de la Ascensión con intervalos de clase de 5 mm de amplitud. Las distribuciones de frecuencias de muestras mensuales –considerando el peso de muestra mensual; fueron expandidas o elevadas a la captura total de cada mes. Con este método se construyó la distribución de frecuencia de tallas que representa el período de Julio a Octubre de 2018 (Fig. 15). Por ello los tamaños de muestra ( $n$ ) en la figura 15 son superiores a los tamaños de muestra originales.

En las distribuciones mensuales de talla y la distribución sumaria (Fig.15), se observó que hembras y machos en Bahía de la Ascensión tuvieron una distribución muy compacta, prácticamente uni-modal (Fig. 15). Las distribuciones parecen comprimidas por ambos lados, izquierdo y derecho, lo que se conoce como anomalía platicúrtica con respecto a la distribución normal. Esto indica menor variabilidad de tallas en ambos sexos. Lo anterior contrasta con Bahía Espíritu Santo, donde hubo marcada diferencia entre sexos. Por otro lado, similar a lo observado en Espíritu Santo, hubo un corrimiento a la derecha en la distribución de talla de los machos con respecto a la distribución de las hembras (Fig. 15). Tal corrimiento a la derecha indica que las hembras dominan en tallas menores inferiores a 80-85 mm LC (Fig. 15); en tanto que los machos predominan entre las tallas superiores a 80-85 mm LC (Fig. 15).

Tabla 5. Relación de los datos de talla obtenidos cada mes en Punta Allen durante 2018, a partir del muestreo de los desembarques de la SCPP “Pescadores de Vigía Chico” que opera en Bahía de la Ascensión, RB Sian Ka’an.

Mes	Tamaño de muestra		Longitud de carapacho LC (mm)			
	n	Sexo	Mín.	Max.	Media	Desv. est
Julio 2018	2627	Ambos	50.0	195.0	85.78	10.92
	1493	Machos	70.0	195.0	89.17	11.48
	1134	Hembras	50.0	134.8	81.33	8.24
Agosto 2018	555	Ambos	62.0	146.0	89.81	11.67
	348	Machos	75.8	146.0	92.73	12.05
	207	Hembras	62.0	135.0	84.91	9.14
Septiembre 2018	2809	Ambos	70.1	139.3	85.61	9.38
	1440	Machos	71.8	139.3	88.30	10.44
	1369	Hembras	70.1	132.8	82.79	7.10
Octubre 2018	1056	Ambos	71.0	174.0	88.96	12.38
	550	Machos	72.0	114.0	91.52	14.31
	506	Hembras	71.0	152.0	86.17	9.11
Julio a Octubre 2018	7047	Ambos	50.0	195.0	86.51	10.74
	3831	Machos	70.0	195.0	89.50	11.70
	3216	Hembras	50.0	152.0	82.94	8.16

**NOTA:** En Julio, Agosto y Octubre efectuó muestreos el personal del CRIP-Puerto Morelos del INAPESCA. El personal de ECOSUR obtuvo datos en Julio y Septiembre.

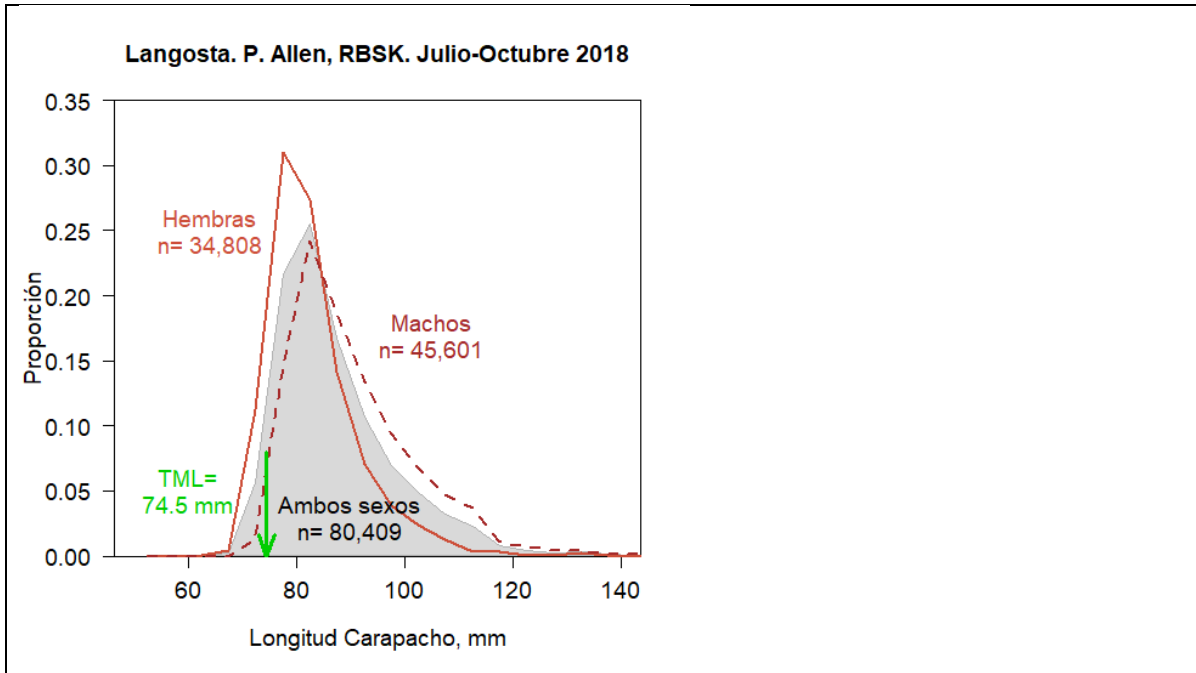


Figura 15. Distribución sumaria de frecuencias de longitud de carapacho en mm, en áreas de pesca de la SCPP “Pescadores de Vigía Chico”; para ambos sexos (sombreado gris) y sexos separados, hembras (línea continua) y machos (línea punteada). Se obtuvieron de sumar las muestras mensuales elevadas a la captura total de Julio a Octubre de 2018.

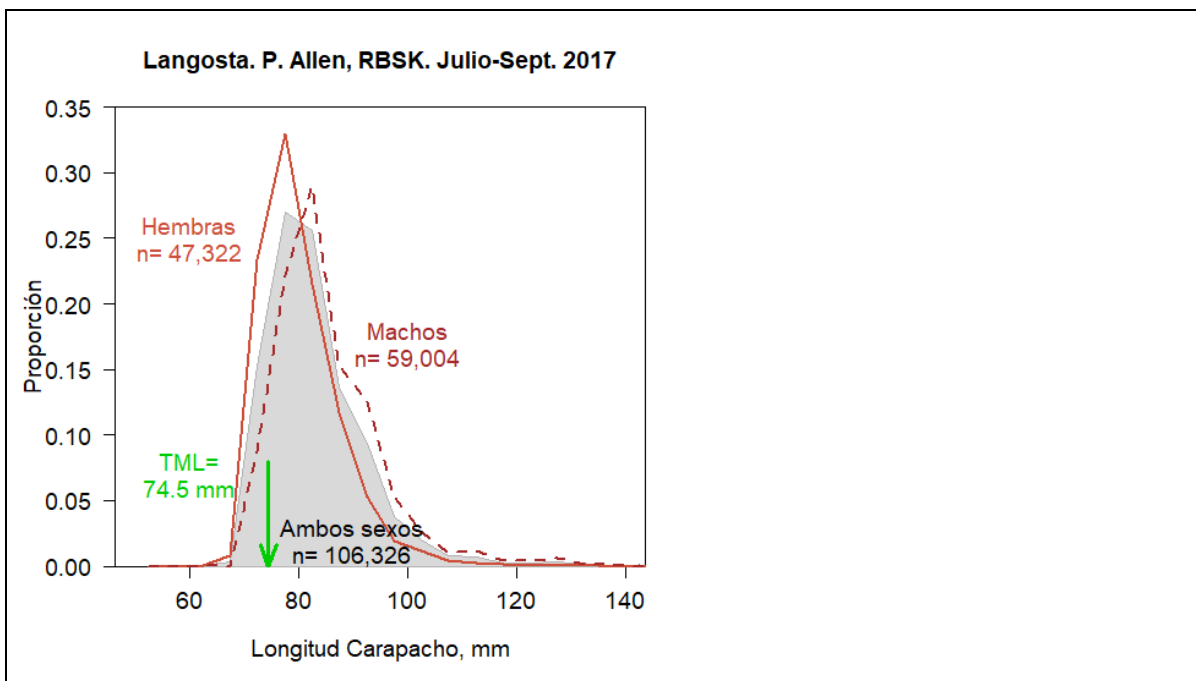


Figura 16. Distribución sumaria de frecuencias de longitud de carapacho en mm, en áreas de pesca de la SCPP “Pescadores de Vigía Chico”; para ambos sexos (sombreado gris) y sexos separados, hembras (línea continua) y machos (línea punteada). Se obtuvieron de sumar las muestras mensuales elevadas a la captura total de Julio a Septiembre de 2017.

En la distribución sumaria de frecuencia de tallas, que resume todo el período de Julio a Octubre se advierte que la forma de la distribución de sexos combinados fué muy distinta a la distribución de cada uno de los sexos por separado (Fig. 15); por tanto, para obtener resultados más realistas se requiere que el análisis de tallas se haga por separado para cada sexo. Lo anterior significa que en esta área de pesca también sucede que la captura de sub-legales tiene mayor impacto negativo sobre las hembras que en los machos.

Es notable que todas estas características descritas en la distribución sumaria de tallas, de Julio a Octubre de 2018, coincidentemente se presentaron también en la distribución sumaria de tallas de la temporada pasada, del período de Julio a Septiembre de 2017 (Fig. 16). Esto sugiere que las características y la forma de distribución de las tallas de langosta en Bahía de la Ascensión son relativamente estables, resultado de los procesos que se desenvuelven en la bahía.

### **2. 3. 2. Indicadores de talla / Bahía de la Ascensión.**

Con base en los datos de longitud de carapacho (LC) en mm, se calcularon indicadores de interés pesquero. Primero, el porcentaje de individuos en las capturas con talla menor a la talla mínima legal (TML) de 74.5 mm LC equivalente a 135 mm de longitud abdominal (LA). Además, fueron calculados los indicadores de talla de Munro (1983).

**Porcentaje de langostas de talla sublegal.** En B. de la Ascensión, el porcentaje de langostas de talla sublegal calculado de la distribución sumaria (Fig. 15) fue de 5.89% para ambos sexos combinados; en tanto que por sexos separados, el 11.78% de las hembras y 7.40% de los machos tuvieron tallas menores que la TML. Estos valores se acercan a niveles aceptables, dentro del margen permisible de error asociado al método de captura basado en buceo libre. Hay que reconocer lo difícil que es para el pescador evaluar con corrección la talla exacta de las langostas; aunque esto no justifica la captura de un alto porcentaje de langostas de talla sublegal.

Lo anterior es un resultado alentador alcanzado en 2018, y significó un cambio sustancial en relación a la temporada anterior. En 2017, el porcentaje de langostas de talla sublegal en esta bahía, a partir de distribución sumaria (Fig. 16) fue de 15.64% para ambos sexos combinados; en tanto que por sexos separados, el 24.22% de hembras y el 8.78% de los machos tuvieron tallas menores que la TML. Estas cifras fueron motivo de preocupación, y en su momento esto fue comunicado a los directivos de la cooperativa.

La mejora en manipulación de langostas de talla sublegal merece un reconocimiento a los socios y directivos de la cooperativa "Pescadores de Vigía Chico". Es preciso insistir en mantener como una prioridad la atención a este importante asunto.

**Indicadores de talla de Munro (1983).** La talla de primera captura **lc** la define el límite inferior del primer intervalo de longitud de langostas completamente reclutadas a la pesquería. En 2018, de la distribución sumaria de tallas (Fig. 15) se obtuvieron valores de **lc**, siendo 80 mm LC para ambos sexos; 75 mm en hembras y 80 mm LC en machos de langosta. Tales valores fueron mayores que los reportados en 2017, cuando **lc** fue 75 mm LC para ambos sexos; 75 mm LC en hembras y 80 mm LC en machos.



La talla promedio de reclutamiento **Ir**, es el promedio de la distribución de tallas calculado sobre los intervalos de talla no reclutados por completo, incluyendo el primer intervalo plenamente reclutado. De la distribución sumaria de tallas (Fig. 15) se obtuvieron valores **Ir** de 79.32 mm LC para ambos sexos; 76.03 en hembras y 80.34 mm LC en machos.

Estos valores de **Ir** registrados en 2018 fueron mayores que los de 2017; cuando tuvo un valor de 75.62 mm LC para ambos sexos; 75.31 en hembras y 79.18 mm LC en machos.

El tercer indicador es **I\_barra** o talla promedio de individuos reclutados por completo –que incluye el primer intervalo de longitud plenamente reclutado y los intervalos a su derecha. Los valores de **I\_barra** calculados de la distribución sumaria de tallas (Fig. 15) fueron de 91.29 mm LC para ambos sexos, 84.38 en hembras y 92.94 mm LC en machos.

Los valores de **I\_barra** de 2018 fueron mayores que los de 2017, cuando **I\_barra** fue de 85.27 mm LC para ambos sexos; mientras que en hembras fue de 83.16 y en machos de 89.62 mm LC.

#### **2. 3. 4. Hembras en actividad reproductiva / B. de la Ascensión.**

Además de medir tallas, en los muestreos se hacían observaciones en individuos y se registró la presencia de parche o huevecillos en las hembras. La presencia de parche es indicativo de actividad reproductiva reciente. Con datos obtenidos de Julio a Octubre de 2018 se elaboró la gráfica de la proporción de hembras con parche en Bahía de la Ascensión (Fig. 17). Similar a lo reportado en el norte de Bahía Espíritu Santo, en este período se apreció una tendencia: la fracción de hembras con parche aumentó con la talla (Fig. 17), sobre todo en el intervalo de 80 a 120-130 mm LC (Fig. 17).

En poblaciones locales de langosta *Panulirus argus*, hay actividad reproductiva todo el año; con máxima intensidad en la veda, Marzo a Junio (Ramírez Estévez 1996). Durante 2018, en B. de la Ascensión la fracción de hembras con parche varió con los meses; a partir de 15.0% en Julio; 7.7% en Agosto y 32.6% en Septiembre, disminuyendo a 9.5% en Octubre. Al considerar intervalos de talla, la proporción de hembras en actividad reproductiva varió entre 0 y 0.60 de las hembras (Fig. 17).

En 2018 hubo más actividad reproductiva en B. de la Ascensión, en comparación con la temporada previa. En 2017 la fracción de hembras con parche, fue de 7.11% en Julio; del 2.67% en Agosto y el 7.53% en Septiembre. Como referencia, y con fines comparativos, se presenta también la gráfica similar correspondiente a 2017 (Fig. 18).

El alto porcentaje de hembras con parche en B. de la Ascensión durante 2018 tuvo más parecido al nivel observado en el norte de Bahía Espíritu Santo. En cambio, en langostas capturadas en el sur de Bahía Espíritu Santo, se registraron valores más bajos de hembras con parche, con respecto a los meses y en función de la talla.

#### **2. 3. 5. Relación peso-longitud, Bahía de la Ascensión.**

En Bahía de la Ascensión, con los datos individuales de peso entero en gramos y su respectiva longitud de carapacho en mm, se estimaron los parámetros de la relación de

tipo potencial entre peso y talla. Se obtuvo la relación peso-longitud para ambos sexos combinados, con una muestra total de  $n= 3,566$  pares de datos de peso y longitud. Además, se estimaron los parámetros de dicha relación, por separado para cada sexo; con  $n= 1,586$  pares de datos para hembras de langosta, y  $n= 1,980$  pares de datos de machos.

Se presentan enseguida las gráficas de las relaciones peso-longitud determinadas en individuos de langosta capturados durante 2018 en Bahía de la Ascensión (Fig. 19).

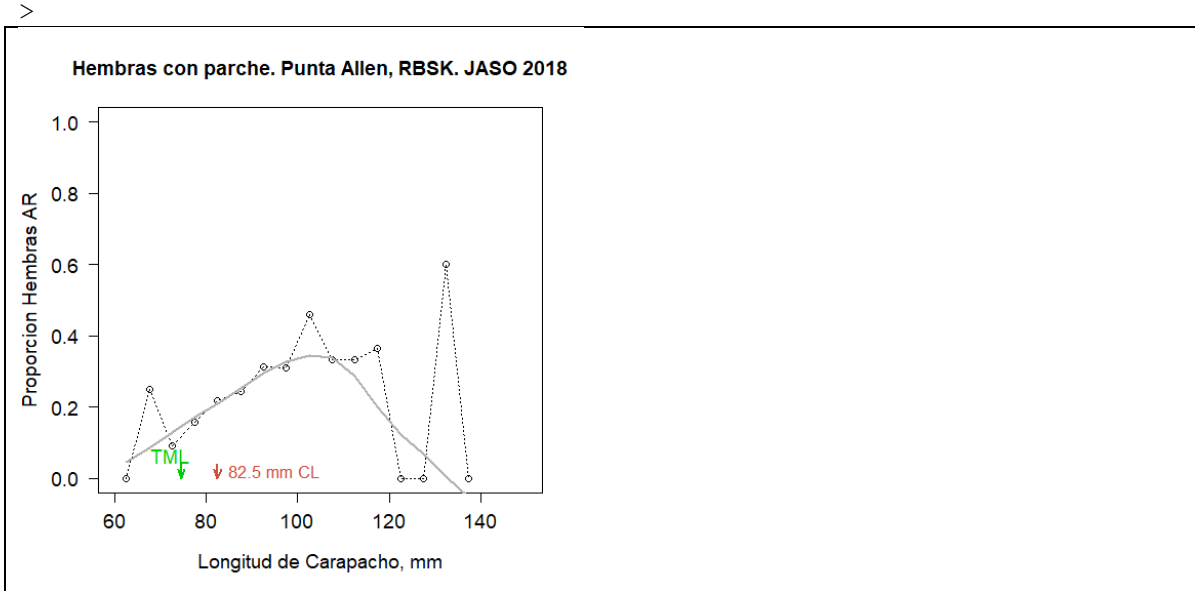


Figura 17. Proporción de hembras en actividad reproductiva (con parche) en relación con la longitud de carapacho en mm durante 2018 en B. de la Ascensión. Se incluyen las observaciones (círculos) y la tendencia (línea continua) según una técnica de suavizado.

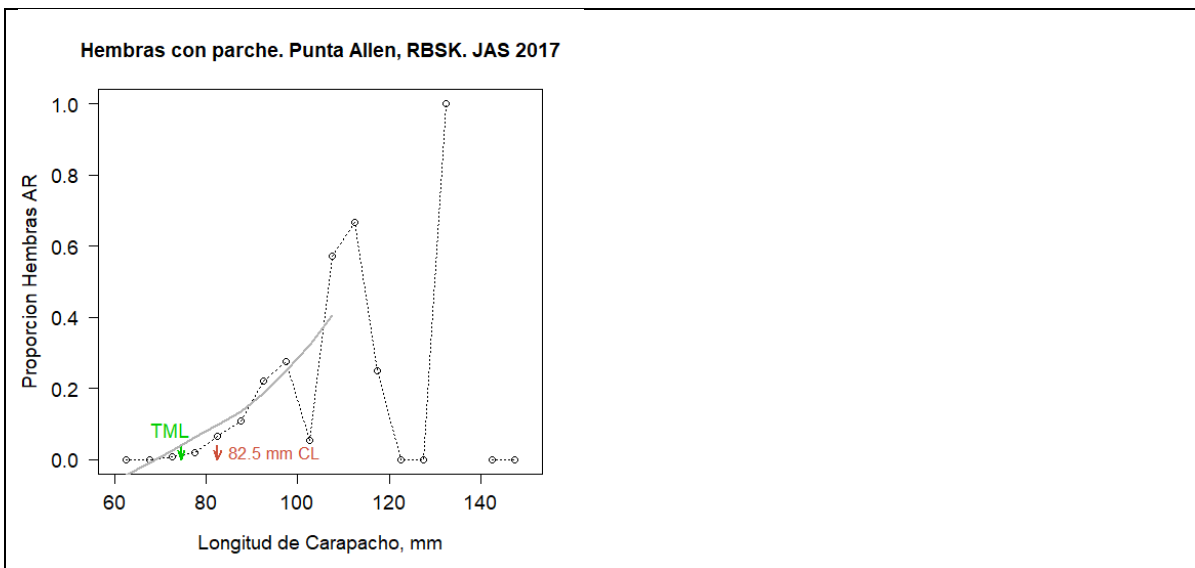


Figura 18. Proporción de hembras en actividad reproductiva (con parche) en relación con la longitud de carapacho en mm durante 2017 en B. de la Ascensión. Se incluyen las observaciones (círculos) y la tendencia (línea continua) según una técnica de suavizado.

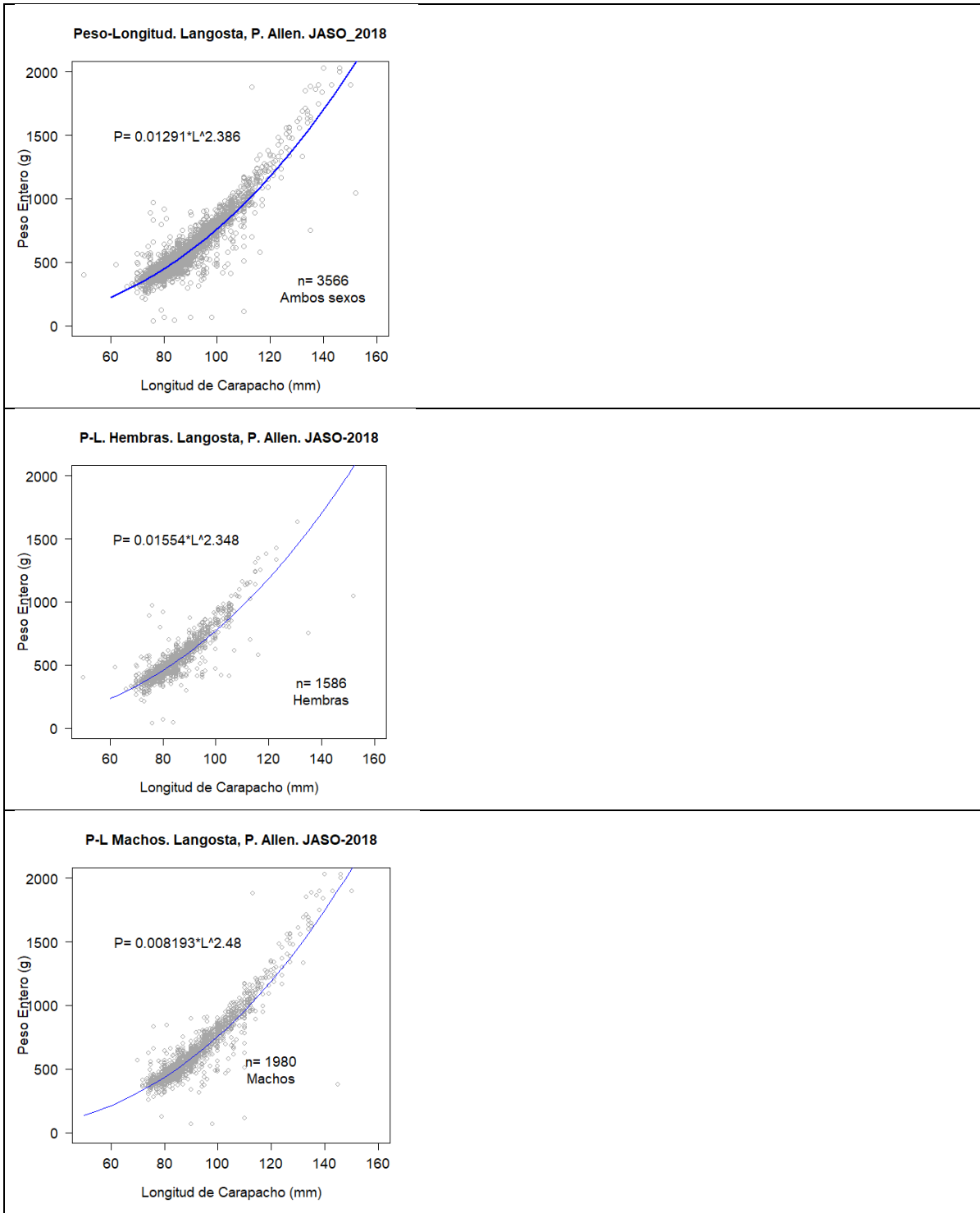


Figura 19. Relación tipo potencial ( $P = a * LC^b$ ), entre peso entero P, en gramos, y longitud de carapacho LC, en mm, de langostas capturadas en áreas de pesca del sur de Bahía Espíritu Santo durante 2018. Se estimaron valores de los parámetros a y b en ambos sexos combinados (panel superior), hembras (panel intermedio) y machos (panel inferior).

### 2. 3. 6. Resultados: Datos de captura-esfuerzo.

Los directivos de la cooperativa “Pescadores de Vigía Chico”, suministraron las capturas mensuales de Julio a Octubre de 2018; que fueron los siguientes: 28,731.3 Kg de peso entero (PE) en Julio; 7,239.0 Kg PE en Agosto; 5,004.8 Kg en Septiembre y 3,771.9 Kg PE en Octubre. Por tanto, el volumen de capturas del período Julio a Octubre de 2018 fue de 44,747 Kg PE.

Con la captura total de langosta por mes y el peso de la muestra mensual de tallas, se estimaron los factores de expansión,  $f_{exp}$  definidos por el cociente de la captura total mensual,  $CT_m$  y el peso de la respectiva muestra de tallas  $PM_m$ ; esto es,  $f_{exp} = \frac{CT_m}{PM_m}$ . Las muestras mensuales de talla se elevaron a la captura total por mes, a través de multiplicar las frecuencias de cada intervalo de talla de las muestras mensuales con los respectivos factores de expansión.

Las capturas registradas en 2018 fueron menores a las capturas mensuales de Julio a Septiembre de 2017. Las capturas en 2017 fueron de 32,617.7 Kg de peso entero (PE) en Julio; 9,564.4 Kg PE en Agosto y 8,668.9 Kg PE en Septiembre. De manera que, de Julio a Septiembre de 2017 el volumen acumulado de captura fue de 50,851 Kg PE.

El índice de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es de amplio uso en pesquerías, que se supone como un índice de abundancia relativa de la población explotada. El monitoreo implementado en este proyecto incluye entrevistas a pescadores que permitieron calcular dos índices de CPUE. El primero, más simple; es la captura total en número de langostas resultado de un viaje de pesca por embarcación o grupo de trabajo. Este índice CPUE1 tiene unidades en número de langostas por viaje de pesca. El segundo índice, CPUE2 es más elaborado y requiere conocer las horas de buceo y el número de buzos. Las horas de buceo se aproximaron por diferencia entre la hora de regreso y la hora de salida; mientras que el número de buzos se calculó del número de tripulantes menos uno. El producto del número de buzos y horas de pesca, arroja el total de horas de buceo aplicado en un viaje de pesca. El índice CPUE2 es el cociente entre la captura en número de langostas y el total de horas de buceo –antes calculado. El CPUE2 tiene unidades en número de langostas por horas de buceo. De cada índice se estimaron promedios mensuales del conjunto de valores individuales colectado en las encuestas del mes correspondiente..

Se presentan aquí valores de los índices CPUE1 y CPUE2 a escala de cada bahía o banco. En Bahía de la Ascensión, de Julio a Octubre de 2018, se obtuvieron  $n= 59$  datos de captura-esfuerzo mediante la aplicación de entrevistas a los pescadores al término del viaje de pesca. El índice CPUE1 tuvo promedio general de  $87.86 \pm 51.30$  langostas por viaje ( $\bar{y} \pm de$ ), con valor mínimo de 28 y máximo de 264 langostas por viaje. Los valores individuales de CPUE1 siguieron una distribución log-normal o normal con asimetría a la derecha (Fig. 20).

El índice CPUE1 siguió una tendencia decreciente en el tiempo (Fig. 21). En Julio ( $n= 16$ ), alcanzó su valor máximo, con promedio de  $121.50 \pm 73.68$  ( $\bar{y} \pm de$ ) langostas por viaje; luego, decreció en Septiembre ( $n= 43$ ) con promedio  $75.35 \pm 33.24$ ,  $n= 43$  (Fig. 21).

En cuanto al índice CPUE2, a partir de la muestra total de tamaño  $n= 59$ , se obtuvo un promedio global de  $10.52 \pm 6.82$  ( $\bar{y} \pm de$ ) langostas por hora de buceo; con un mínimo de 2.87 y máximo 48.92 langostas por hora de buceo. Los valores del índice CPUE2 parecen seguir una distribución normal con leve asimetría a la derecha (Fig. 22). Los valores de CPUE2 tuvieron mayor variabilidad en comparación con los valores del CPUE1 (Figs. 20 y 22); esto tuvo respaldo del coeficiente de variación; puesto que el CV del CPUE2 (CV= 64.8%) fue mayor al CV de CPUE1 (CV= 58.4%).

El índice CPUE2 también disminuyó con respecto al tiempo (Fig. 21). En Julio ( $n= 16$ ) alcanzó un promedio de  $15.4 \pm 10.79$  ( $\bar{y} \pm de$ ) langostas por hora de buceo; pero disminuyó en Septiembre ( $n= 43$ ) con un promedio de  $8.72 \pm 3.23$  (Fig. 21).

Ambos índices tuvieron un comportamiento decreciente similar con el tiempo (Fig. 21). En general, es preferible emplear el índice más elaborado, que incorpora mayor cantidad de información; que en este caso apunta al índice CPUE2 (duración del viaje de pesca y número de buzos). No obstante, ante la escasez crónica de recursos resulta factible trabajar con índices simples y costos menores, como el CPUE1.

Como se mencionó en secciones previas, al comenzar la presentación de resultados del monitoreo en Bahía de la Ascensión; las condiciones meteorológicas prevalecientes y la presencia del camión que recibe las capturas diarias son factores que gobiernan la actividad pesquera. Desde Septiembre aumenta la frecuencia de períodos de inactividad pesquera; que a su vez imponen dificultades para cumplir con el programa de muestreos mensuales de la pesquería. En Bahía de la Ascensión, estas son las circunstancias que impiden obtener un número suficiente de datos de captura-esfuerzo. Ello exige poner más empeño en aumentar el número de entrevistas mensuales por levantar en Bahía de la Ascensión. Por fortuna, en esta bahía se cuenta con el sistema de registro de las capturas diarias de la misma cooperativa, que incorpora los datos básicos del esfuerzo de pesca. Por tanto, finalmente es posible contar con la base completa de datos diarios de captura-esfuerzo (CPUE) de toda la temporada de pesca.

Con base en el comportamiento de ambos índices de abundancia relativa, CPUE1 y CPUE2, durante los períodos de muestreo al comienzo de tres temporadas consecutivas, se aprecia que la abundancia relativa en la presente temporada 2018 resultó ser de nivel intermedio, entre la temporada 2017 con la mayor abundancia y la temporada 2016 con la abundancia más baja (Fig. 23).

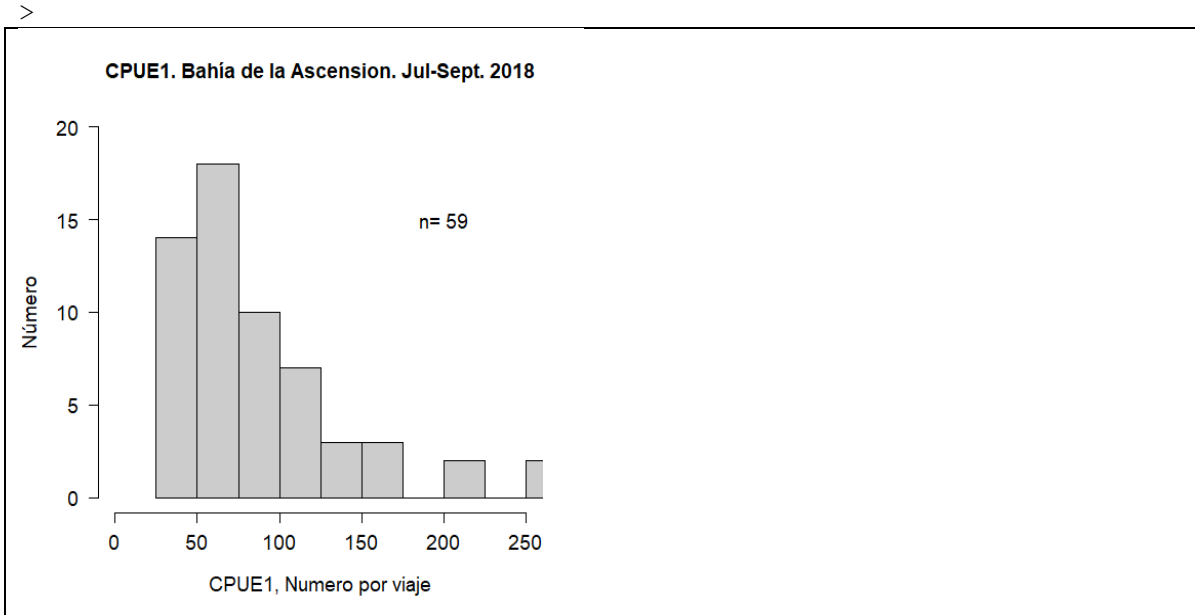


Figura 20. Distribución de frecuencias de los valores individuales del índice CPUE1, en número de langostas por viaje de pesca, registrados durante 2018 en Bahía de la Ascensión, RB Sian Ka'an.

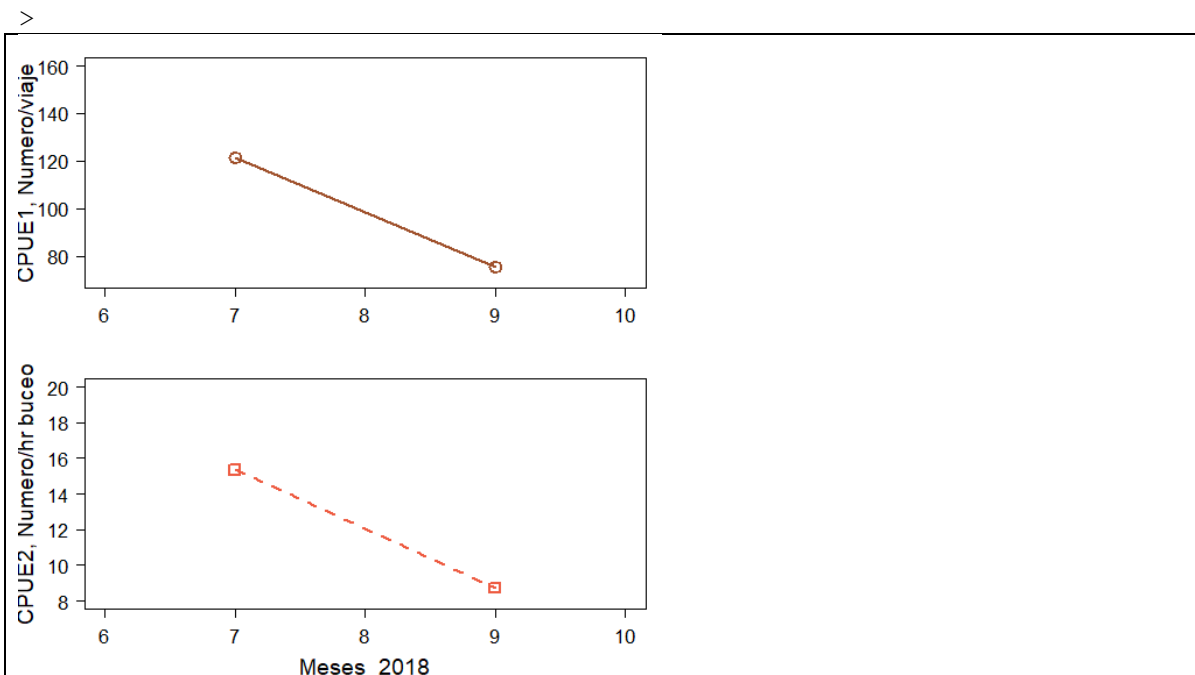


Figura 21. Variación mensual de los promedios de los dos índices de captura por unidad de esfuerzo en Bahía de la Ascensión, durante 2018. El índice más simple, CPUE1 en langostas por viaje de pesca (panel superior) y el segundo, más elaborado, CPUE2 en langostas por hora de buceo (panel inferior).

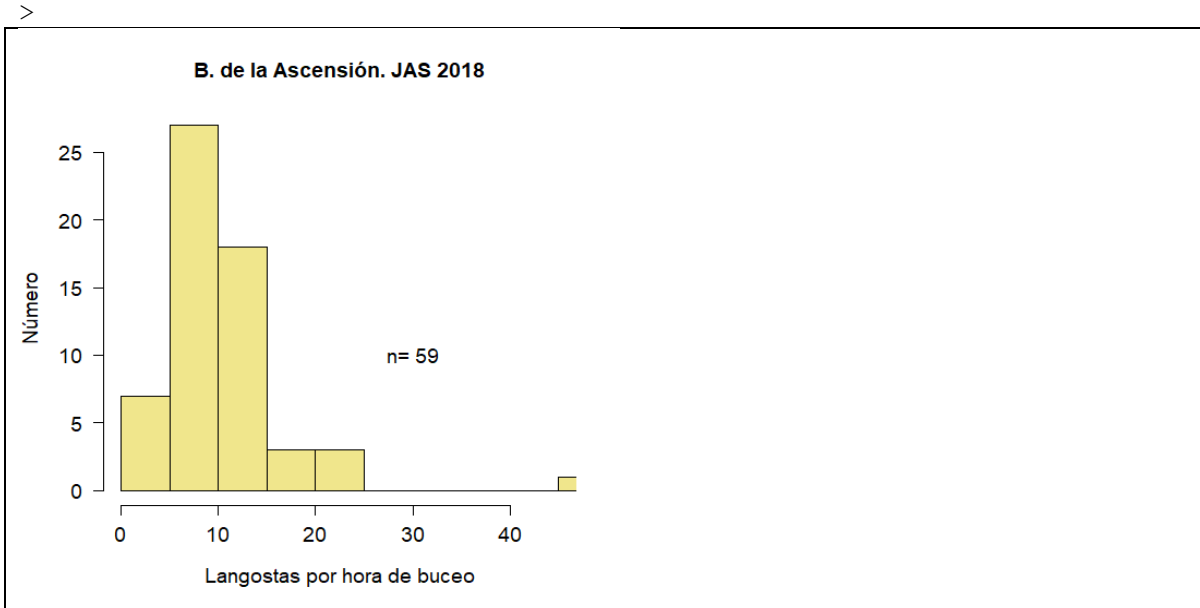


Figura 22. Distribución de frecuencias de valores individuales del índice CPUE2, en número de langostas por horas de buceo, observados en Bahía de la Ascensión, durante 2018.

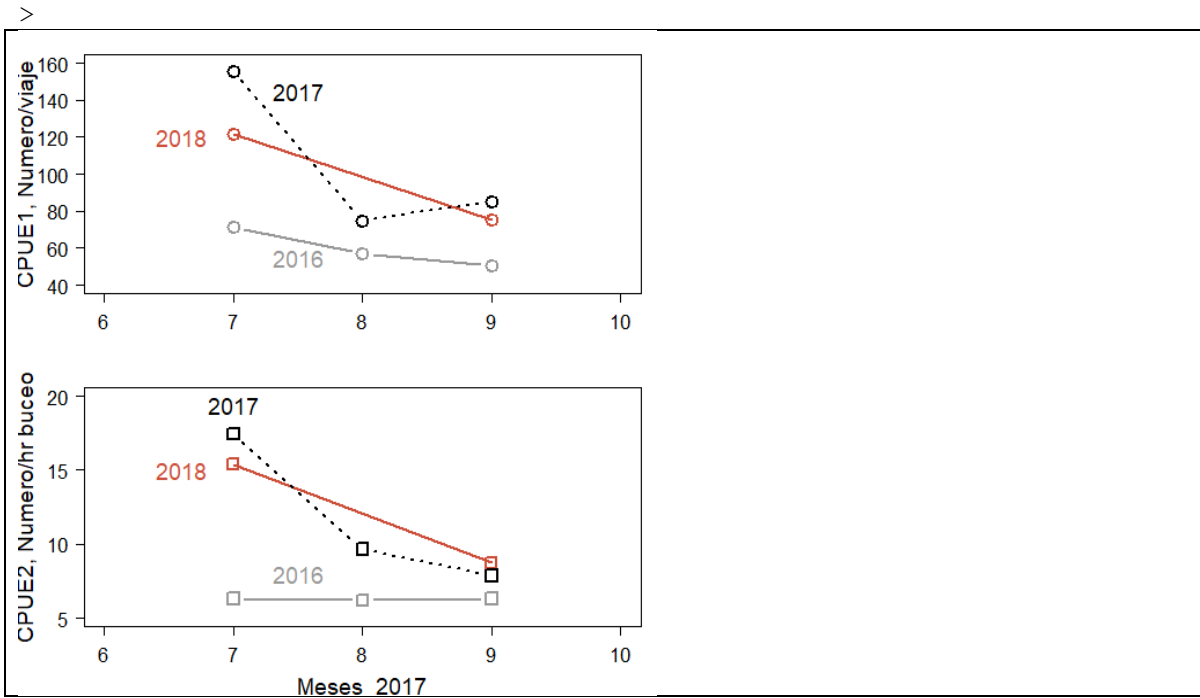


Figura 23. Comportamiento mensual de dos índices de CPUE, en número de langostas por viaje (CPUE1, panel superior) y en número de langostas por hora de buceo (CPUE2, panel inferior) en Bahía de la Ascensión durante tres temporadas consecutivas de pesca, 2016 a 2018.

#### **4. RB Banco Chinchorro.**

De las cuatro localidades que incluye el monitoreo, Banco Chinchorro presenta los retos mayores en logística de traslado y estancia. La dificultad comienza desde la programación de fechas de muestreo, que dependen del estado del tiempo. Banco Chinchorro es un complejo arrecifal tipo atolón, que surge de aguas profundas (> 900 m), localizado a 1.5-2 hr de viaje en lancha desde Mahahual. En Cayo Centro está la estación de la CONANP; dos campamentos pesqueros sobre la playa, uno de la SCPP “Pescadores de Banco Chinchorro” y otro de la SCPP “Langosteros del Caribe”; además del tradicional grupo de viviendas tipo palafito donde permanecen los socios de la SCPP “Andrés Quintana Roo”.

En esta extensa área de pesca operan las tres cooperativas arriba mencionadas. Los grupos de trabajo permanecen en el Banco Chinchorro por períodos de duración variable. Por lo regular, luego de dos a tres semanas de pesca, los pescadores regresan a la costa por provisiones, gas butano y otros enseres. La salida y entrada de grupos de trabajo es programada por las cooperativas; pero depende del estado del tiempo. Cada cooperativa organiza de modo autónomo el transporte del producto de Banco Chinchorro a Mahahual, donde llegan camiones que transportan langosta a plantas de procesamiento de Cancún o Mérida, Yucatán. Antes, cada grupo de trabajo extrae la captura acumulada en encierros provisionales donde las langostas son mantenidas vivas.

A continuación se presentan los resultados del monitoreo de la pesquería en el período de Julio a Octubre de 2018 (Tabla 6).

##### **2. 4. 1. Resultados: Análisis de la composición por tallas.**

Con los datos de tallas colectados en muestreos mensuales, se construyeron polígonos de frecuencia de la longitud de carapacho (LC), en mm, de langostas capturadas en la RB Banco Chinchorro. Las distribuciones de frecuencias de datos mensuales, con intervalos de clase de amplitud 5 mm, fueron elevadas a la captura total de cada mes. De ahí que los tamaños de muestra ( $n$ ) en la figura 24 sean mayores que los tamaños de muestra originales. Este método es útil para reportar la distribución de frecuencia de tallas para todo el período cuatrimestral, de Julio a Octubre de 2018 (Fig. 24).

En las distribuciones mensuales de talla y la distribución del período de muestreo (Fig. 24) de las langostas capturadas en Banco Chinchorro se encontró que ambos, hembras y machos tienen una distribución extendida (amplia), que tiende a ser polimodal (Fig. 24). Esto sugiere que ahí las tallas de langosta tienen alta variabilidad interna; sobre todo en los machos (Fig. 24). En la práctica esto se traduce en heterogeneidad en las tallas de langosta capturadas en Banco Chinchorro.

Lo anterior, contrasta con las distribuciones de talla en ambas bahías de RB Sian Ka’an; donde hubo diferencias notorias entre sexos. A diferencia de lo que ocurre en las bahías de Sian Ka’an, no hubo un claro corrimiento hacia la derecha en la distribución de tallas de los machos, en comparación con la distribución de las hembras (Fig. 24). No obstante, se aprecia que las hembras tienden a dominar en las tallas menores, inferiores a 100 mm LC (Fig. 24); mientras que los machos dominan en tallas superiores a 100 mm (Fig. 24).



Tabla 6. Relación de mediciones de talla obtenidas en 2018, a partir del muestreo mensual de los desembarques de las tres cooperativas (SCPP) que operan en la RB Banco Chinchorro.

Mes	Tamaño de muestra		Longitud de carapacho LC (mm)			
	n	Sexo	Mín.	Max.	Media	Desv. est
Julio 2018	721	Ambos	70.5	153.5	99.07	15.13
	405	Machos	73.3	153.5	102.80	15.45
	316	Hembras	70.5	140.7	94.28	13.26
Agosto 2018	944	Ambos	68.4	156.5	99.88	14.98
	538	Machos	71.0	156.5	103.23	15.42
	406	Hembras	68.4	144.0	95.44	13.12
Septiembre 2018	1,029	Ambos	70.4	156.7	98.22	13.67
	551	Machos	70.6	156.7	101.72	14.52
	478	Hembras	70.4	135.4	94.18	11.36
Octubre 2018	1,056	Ambos	66.2	174.0	92.65	14.51
	563	Machos	66.2	174.0	96.07	16.80
	493	Hembras	70.1	134.2	92.36	11.03
Julio a Octubre 2018	2,686	Ambos	69.10	178.3	96.95	14.66
	1,487	Machos	71.6	178.3	100.2	15.96
	1,199	Hembras	69.10	145.9	92.87	11.63

A pesar de que las distribuciones de tallas tienen formas menos divergentes entre machos y hembras; se alcanza a notar un ligero dominio de las hembras en tallas intermedias y menores (Fig. 24); mientras que los machos dominan en intervalos de tallas superiores a los 110 mm LC (Fig. 24). Esto último lleva a cuestionar el uso de la distribución de sexos combinados en análisis subsecuentes, dado que son distintas las distribuciones de cada uno de los sexos por separado (Fig. 24). En consecuencia, los subsecuentes análisis de tallas deben considerar los sexos por separado, para obtener resultados más realistas.

En vista de las leves diferencias en las distribuciones de tallas entre machos y hembras; en Banco Chinchorro habría un menor impacto diferencial sobre alguno de los sexos, que se derive de la manipulación de langostas de tallas sublegal (Fig. 24).

El comportamiento en general y entre sexos en cuanto a la forma de las distribuciones de talla durante los períodos de monitoreo permanecieron relativamente similares en las dos últimas temporadas, 2016 y 2017 (Figs. 24 y 25). Lo anterior sugiere que los rasgos de la estructura de tallas en la población de langosta de Banco Chinchorro se han mantenido estables; expresando las condiciones ambientales y pesqueras que ahí prevalecen.

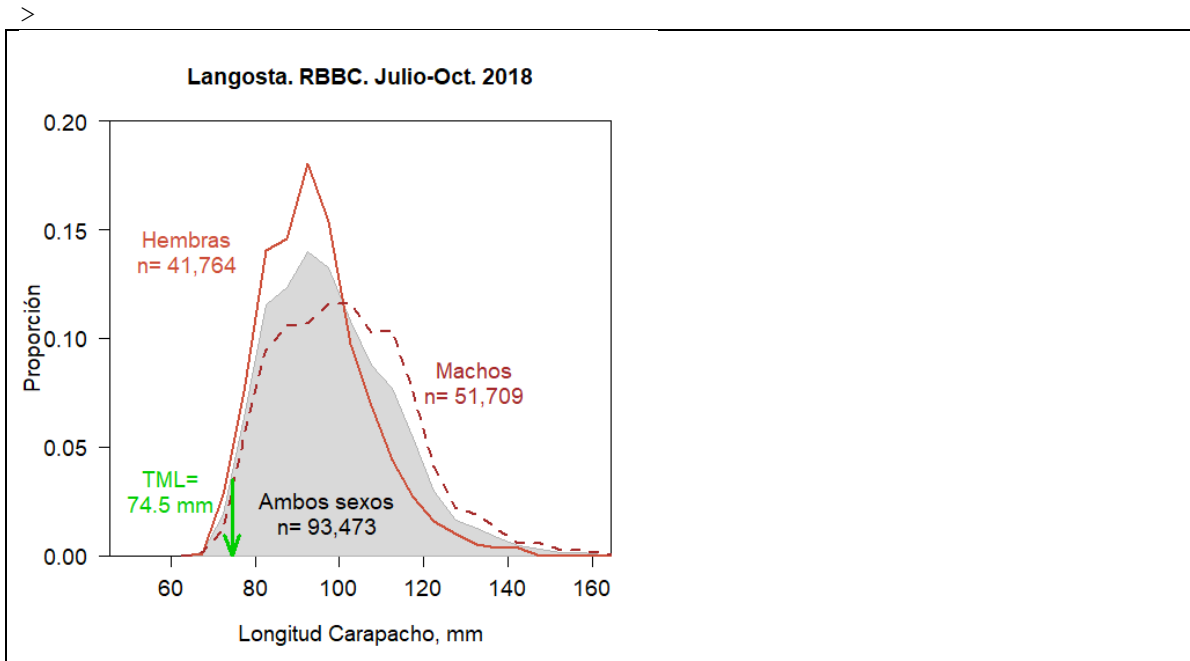


Figura 24. Distribución sumaria de frecuencias de longitud de carapacho (LC, mm) para ambos sexos (sombreado gris) y sexos separados, hembras (línea continua) y machos (línea punteada), en la RB Banco Chinchorro durante 2018. Se obtuvieron de sumar las muestras mensuales ponderadas o elevadas a la captura total.

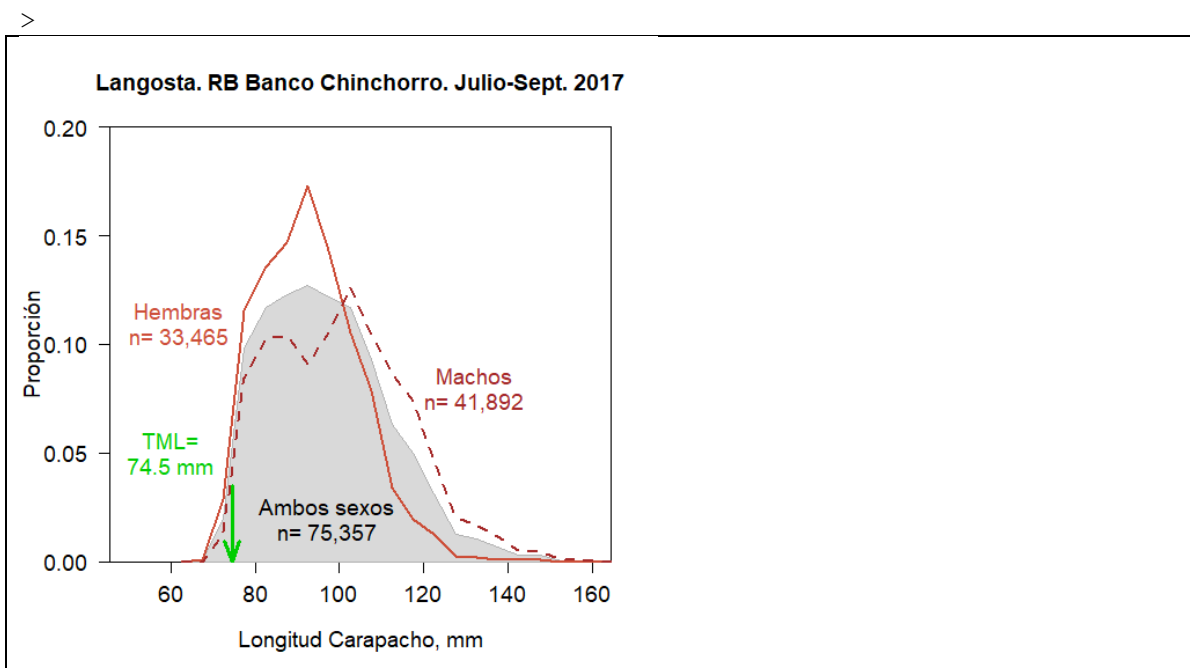


Figura 25. Distribución sumaria de frecuencias de longitud de carapacho (LC, mm) para ambos sexos (sombreado gris) y sexos separados, hembras (línea continua) y machos (línea punteada), en la RB Banco Chinchorro durante 2017. Se obtuvieron de sumar las muestras mensuales ponderadas o elevadas a la captura total.

#### 2. 4. 2. Indicadores de talla / Banco Chinchorro.

Con los datos de talla, en mm de longitud de carapacho (LC), fueron calculados varios indicadores de interés pesquero. Primero se obtuvo el porcentaje de langostas en las capturas cuya talla estuvo por debajo de la talla mínima legal (TML), de 74.5 mm LC equivalente a 135 mm de longitud de cola o abdominal (LA). Además se calcularon los indicadores de tallas de Munro (1983).

**Porcentajes de langosta de talla sublegal.** En Banco Chinchorro, el porcentaje de langostas de talla sublegal calculado de la distribución sumaria (Fig. 24) fue de 2.0 % para ambos sexos combinados; en tanto que para sexos por separado, 2.90% de las hembras y 1.35% de los machos tuvieron talla sublegal, menores que la TML. Tales valores son muy similares a los registrados en 2017, cuando el porcentaje de sublegales para ambos sexos fue de 1.98%; en tanto que 2.90% de las hembras y 1.25% de los machos capturados tuvieron tallas menores de la TML.

Los valores obtenidos en 2018 siguen dentro del margen permisible de error del método de captura de langosta basado en buceo libre. En Banco Chinchorro los pescadores han desarrollado una notable capacidad para minimizar el porcentaje de sublegales en las capturas de langostas. Una vez más, estos porcentajes de sublegales son los menores en toda el área de estudio.

**Indicadores de tallas de Munro (1983).** Son tres indicadores de talla con propósitos comparativos, en el tiempo para una misma localidad o entre localidades en un mismo tiempo. La talla de primera captura **lc**, es el límite inferior del primer intervalo de longitud en el que los individuos están plenamente reclutados a la pesquería.

De la distribución sumaria de tallas (Fig. 24), se calcularon los valores de **lc**, que resultó de 90 mm LC para ambos sexos; de 90 mm LC en hembras, y de 100 mm LC para machos de langosta. Estos valores fueron idénticos a los de 2017.

La talla promedio de reclutamiento **lr**, el promedio de la distribución de tallas sobre los intervalos de talla que no están plenamente reclutados, pero incluye al primer intervalo reclutado por completo. De la distribución sumaria de tallas (Fig. 24) se estimó **lr** con valor de 85.72 mm LC para ambos sexos; así como en 85.77mm LC para hembras, y 91.13 mm LC en machos. Las estimaciones de 2018 fueron similares a las de 2017, cuando se obtuvo una **lr** de 84.96 mm LC para ambos sexos; de 85.15 mm en hembras y 90.46 mm LC en machos.

El tercer indicador de Munro (1983) **I\_barra**, es la talla promedio de individuos reclutados plenamente, incluyendo el primer intervalo de talla reclutado por completo y los demás intervalos a su derecha. Los valores de **I\_barra** obtenidos de la distribución sumaria de tallas de 2018 (Fig. 24) fueron 105.69 mm LC para ambos sexos, 101.82 mm en hembras y 114.05 mm LC en machos de langosta. Estos valores fueron muy parecidos a los registrados en 2017; que fueron de 105.40 mm LC para ambos sexos, de 100.84 mm LC en hembras y 113.58 mm LC en machos de langosta.

### **2. 4. 3. Hembras en actividad reproductiva / Banco Chinchorro.**

Al medir tallas, en los muestreos mensuales se hicieron observaciones adicionales en los individuos; con el registro de las hembras con parche u ovígeras. La presencia de parche se consideró indicador de actividad reproductiva.

En poblaciones locales de langosta *Panulirus argus*, hay actividad reproductiva todo el año; sin embargo, la máxima intensidad ocurre durante la veda, de Marzo a Junio (Ramírez Estévez 1996).

De Julio a Octubre de 2018, en la RB Banco Chinchorro no se consiguieron datos confiables de la actividad reproductiva en las cuatro salidas de muestreo mensuales. Lo anterior se explica por problemas de capacitación al personal que participó en los muestreos de la pesquería de langosta en Banco Chinchorro. Esto derivado, a su vez de la manera precipitada como se preparó el grupo de trabajo a cargo del monitoreo en dicho banco. Apenas quince días antes de comenzar la temporada 2018-2019 se tomó la decisión de efectuar el monitoreo de la pesquería en Chinchorro; y sobre la marcha se consiguió personal interesado que fue capacitado en un tiempo récord.

Por ello, aquí solamente hacemos referencia a los resultados de la temporada pasada. Durante 2017, en Banco Chinchorro, la proporción de hembras en actividad reproductiva, con parche, varió con los meses; con 9.30% de las hembras en Julio; el 10.61% de las hembras en Agosto y 9.54% en Septiembre. Estos fueron los valores mensuales más elevados en porcentaje de hembras en actividad reproductiva, de entre las cuatro localidades. Al examinar la talla de las hembras, la proporción de hembras en actividad reproductiva varió entre 0 y 0.20 de las hembras (Fig. 26), con un valor único que alcanzó cerca del 0.70 (Fig. 26).

En 2017 los indicadores de hembras en actividad reproductiva obtenidos en Banco Chinchorro resultaron superiores a los valores registrados en ambas bahías de RB Sian Ka'an.

### **2. 4. 4. Relación peso-longitud, Banco Chinchorro.**

Con los datos individuales de peso entero en gramos (g) y sus valores de longitud de carapacho en mm, recopilados en Banco Chinchorro, se hizo el intento de estimar los parámetros de la relación peso-talla. Sin embargo, detectamos una serie de errores en los datos que impidieron determinar la relación peso-longitud tanto para ambos sexos combinados, con muestra total de  $n= 1,035$  pares de datos de peso y longitud. Tampoco fue posible estimar los parámetros de la relación peso-longitud, por separado para cada sexo; con  $n= 487$  pares de datos de hembras, y  $n= 548$  pares de datos de machos.

Aquí se presentan gráficas de las relaciones peso-longitud (Fig. 27) obtenidas en 2017, que fueron utilizadas en el análisis de tallas colectadas durante 2018 como parte del monitoreo de la pesquería en la RB Banco Chinchorro.

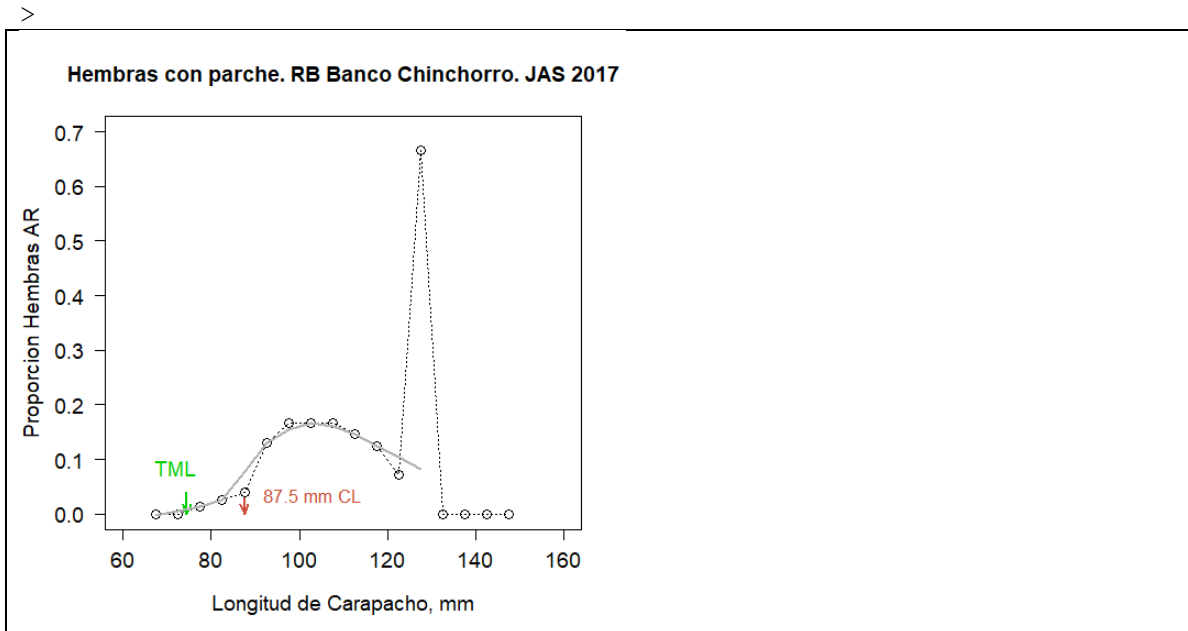


Figura 26. Proporción de hembras en actividad reproductiva (con parche) en relación con la longitud de carapacho en mm en RB Banco Chinchorro, durante 2017. Se incluyen las observaciones (círculos) y la tendencia (línea continua) según una técnica de suavizado.

#### 2. 4. 5. Resultados: Datos de captura-esfuerzo.

A partir de la información dada por directivos de las tres cooperativas (SCPP) que operan en Banco Chinchorro: “Andrés Quintana Roo”, “Pescadores de Banco Chinchorro”, y “Langosteros del Caribe”, las capturas mensuales registradas de Julio a Octubre de 2018 fueron las siguientes: 28,931.87 Kg de peso entero (PE) en Julio; 19,886.3 Kg PE en Agosto; 12,240.5 Kg PE en Septiembre y 16,966.83 Kg PE en Octubre. La captura total del período Julio-Octubre de 2018 alcanzó un volumen acumulado de 78,025.5 Kg PE.

Con propósitos de comparación durante el período trimestral de 2017, se obtuvieron las capturas mensuales siguientes: 29,467.6 Kg de peso entero (PE) en Julio; 14,880.4 Kg PE en Agosto y 15,467.1 Kg PE en Septiembre. Así, en el período de Julio a Septiembre se obtuvo una captura total de 59,815.11 Kg PE; mientras que de Julio a Septiembre de 2018 se registró una captura total de 61,058.67 Kg PE. Por lo tanto, se puede decir que las capturas de la presente temporada 2018-2019 ha resultado de magnitud similar, comparable a la de la temporada anterior.

Con los datos de captura total de langosta por mes y peso de la muestra de tallas, se calcularon factores de expansión,  $f_{exp}$  definidos por el cociente entre captura total mensual,  $CT_m$  y peso de muestra mensual de tallas,  $PM_m$ ; esto es,  $f_{exp} = \frac{CT_m}{PM_m}$ . Estos factores de expansión se aplicaron para elevar las muestras mensuales de talla al nivel de capturas totales al mes. Lo anterior se consiguió multiplicando las frecuencias de cada intervalo de tallas de las muestras mensuales con los factores de expansión.

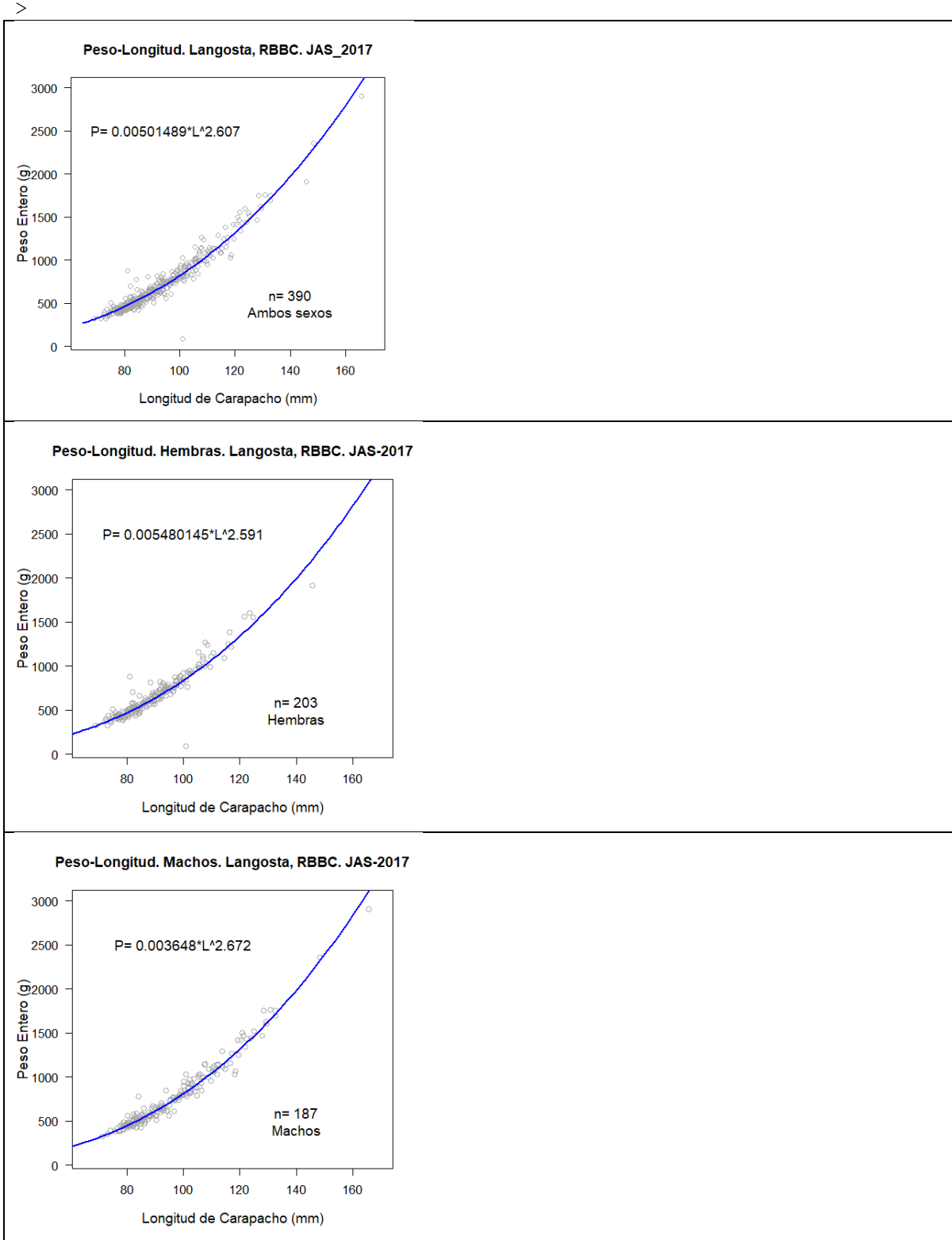


Figura 27. Relación ( $P = a \cdot LC^b$ ), entre peso entero P, en gramos (g), y longitud de carapacho LC, en mm, de langostas capturadas en Banco Chinchorro. Se determinaron los valores de los parámetros a y b para ambos sexos combinados (panel superior), hembras (panel intermedio) y machos (panel inferior).

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE), es un índice de amplio uso en pesquerías ya que se supone un índice de abundancia relativa de la población explotada. El monitoreo en este proyecto incluyó entrevistas a los pescadores para obtener datos y calcular dos índices de CPUE. El primero, más simple CPUE1; usa la captura total, en número de langostas, que resulta de un viaje de pesca por embarcación o grupo de trabajo. El índice CPUE1 tiene unidades en número de langostas por viaje de pesca. El segundo índice, más elaborado CPUE2; requiere conocer las horas de buceo y el número de buzos en cada viaje. Las horas de buceo se aproximaron por la diferencia entre hora de regreso y hora de salida; en tanto que el número de buzos es el número de tripulantes menos uno. El producto del número de buzos por las horas de pesca, arroja el total de horas de buceo aplicado en cada viaje de pesca. Por tanto, el segundo índice CPUE2 es el cociente entre captura en número de langostas y las horas de buceo en total –obtenidas previamente como un producto. El índice CPUE2 tiene unidades en número de langostas por horas de buceo. En cada mes del período, de ambos índices se obtuvieron los promedios a partir del conjunto de valores individuales colectado en las encuestas.

Los valores de ambos, CPUE1 y CPUE2 se presentan a escala de todo el banco. En Banco Chinchorro, en el período Julio-Octubre de 2018, se colectaron  $n = 265$  datos de captura-esfuerzo mediante entrevistas a los pescadores al final de la jornada de pesca. El índice CPUE1 tuvo un promedio general de  $45.93 \pm 25.75$  langostas por viaje ( $\bar{y} \pm de$ ), con un mínimo de 3.0 y máximo de 152.0 langostas por viaje. Los valores individuales del índice CPUE1 parecen seguir una distribución Log-normal o tipo normal con asimetría a la derecha (Fig. 28). Estos valores de CPUE1 obtenidos en 2018 resultaron muy similares a los de la temporada pasada 2017.

El índice CPUE1 mostró una tendencia consistente en el tiempo (Fig. 29). En Julio ( $n = 72$ ) tuvo un máximo, un promedio de  $59.41 \pm 28.05$  ( $\bar{y} \pm de$ ) langostas por viaje; luego, tuvo un ligero descenso en Agosto ( $n = 72$ ), con  $51.29 \pm 25.69$ ; en Septiembre ( $n = 98$ ) bajó de nuevo, con promedio de  $34.70 \pm 19.35$  y en Octubre ( $n = 24$ ) con  $35.83 \pm 19.35$  (Fig. 29).

En cuanto al CPUE2, a partir de la muestra  $n = 265$ , tuvo promedio global de  $3.51 \pm 2.56$  ( $\bar{y} \pm de$ ) langostas por hora de buceo; con mínimo de 0.30 y máximo de 25.25 langostas por hora de buceo. Los valores de CPUE2 parecieron seguir una distribución Log-normal o normal con asimetría a la derecha (Fig. 30). En los valores de CPUE2 es visible una mayor variabilidad, en comparación con CPUE1 (Fig. 28); lo que resultó apoyado por los valores del coeficiente de variación; ya que el CV del CPUE2 ( $CV_2 = 73.1\%$ ) fue mayor al CV de CPUE1 ( $CV_1 = 56.1\%$ ). .

El índice CPUE2 tuvo comportamiento similar al CPUE1 en el tiempo (Fig. 29); siguió una tendencia general a la disminución con los meses (Fig. 29). En Julio ( $n = 72$ ) comenzó con un promedio alto de  $4.30 \pm 1.86$  ( $\bar{y} \pm de$ ) langostas por hora de buceo; en Agosto ( $n = 72$ ) aumentó ligeramente con media de  $4.52 \pm 3.95$ ; para disminuir en Septiembre ( $n = 98$ ), a un promedio de  $2.45 \pm 1.02$ ; permaneciendo sin cambios en Octubre ( $n = 24$ ) con una media de  $2.47 \pm 1.14$  (Fig. 29).

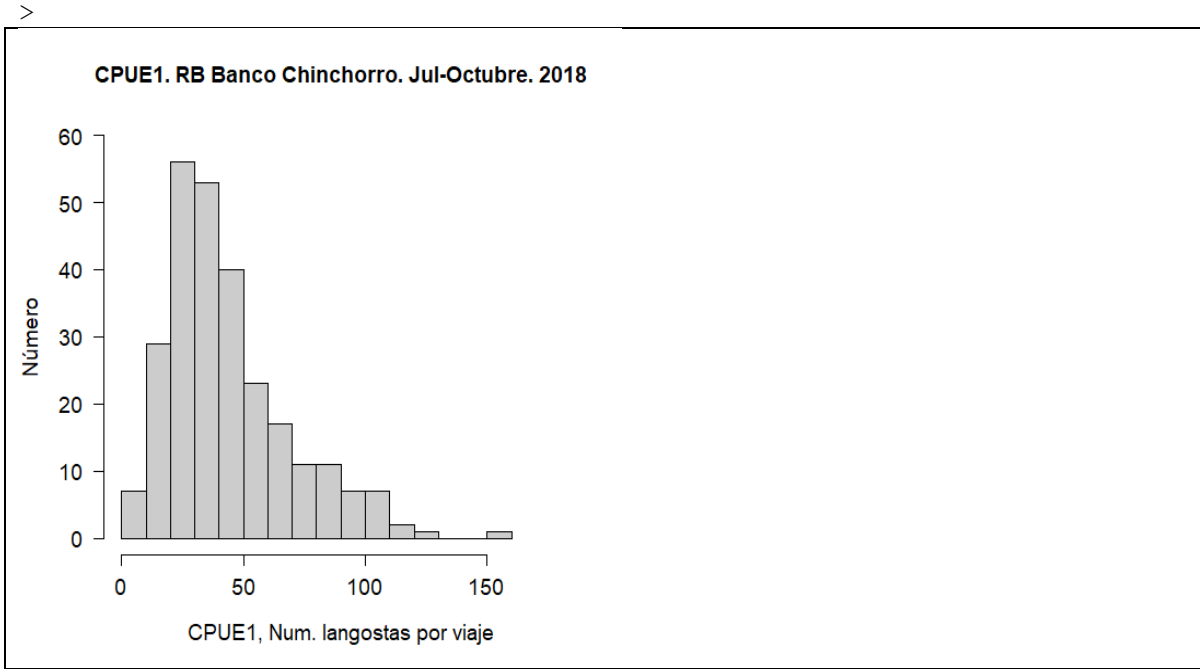


Figura 28. Histograma de frecuencias de los valores individuales del índice CPUE1, en número de langostas por viaje de pesca, registrados en Banco Chinchorro de Julio a Octubre de 2018.

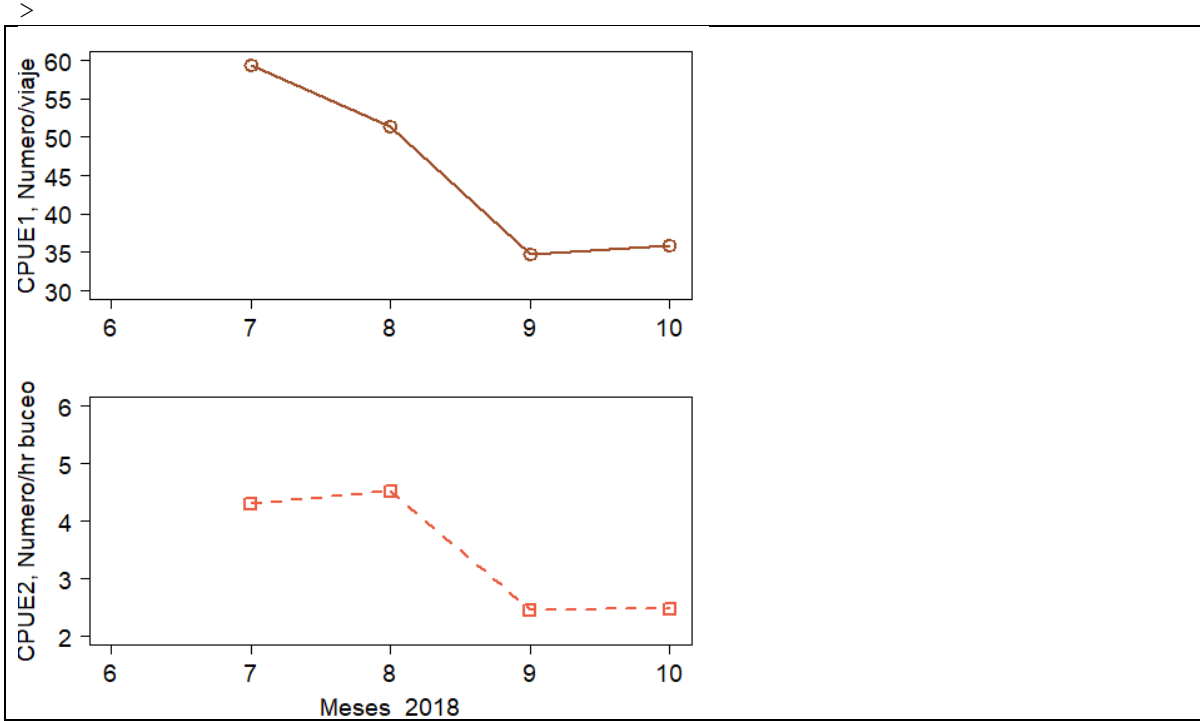


Figura 29. Variaciones de los promedios mensuales de ambos índices de captura por unidad de esfuerzo en Banco Chinchorro durante 2018. El índice más simple, CPUE1 en langostas por viaje de pesca (panel superior) y un segundo índice, más elaborado, CPUE2 en langostas por hora de buceo (panel inferior).



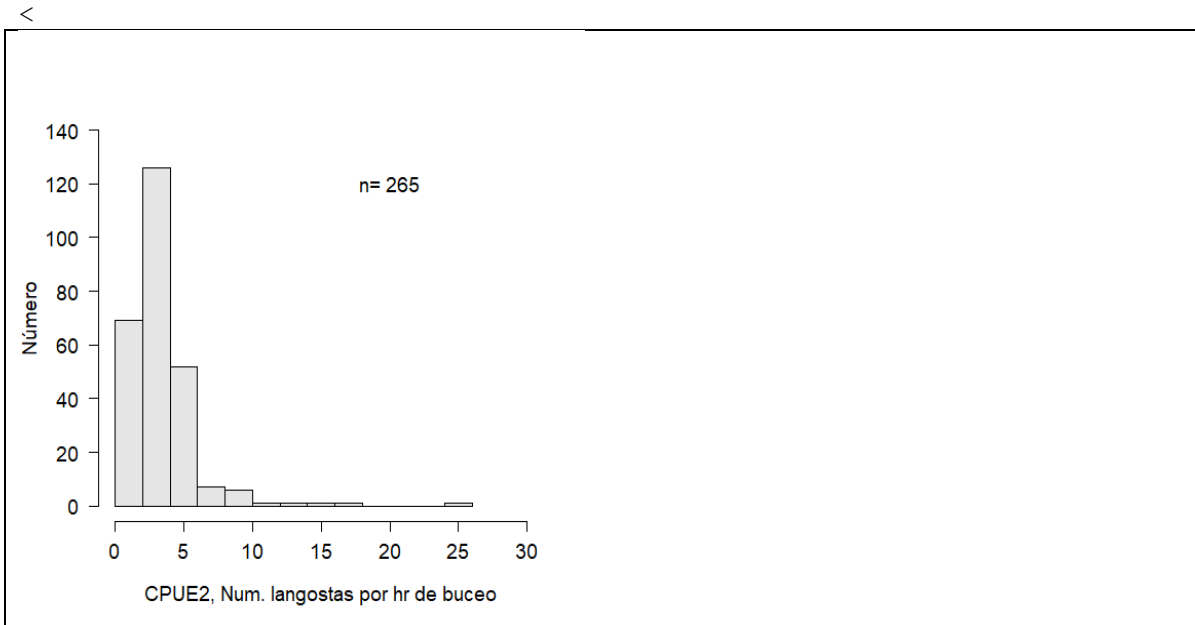


Figura 30. Histograma de frecuencias de valores individuales del índice CPUE2, en número de langostas por horas de buceo, observados en Banco Chinchorro (barras) de Julio a Octubre de 2018.

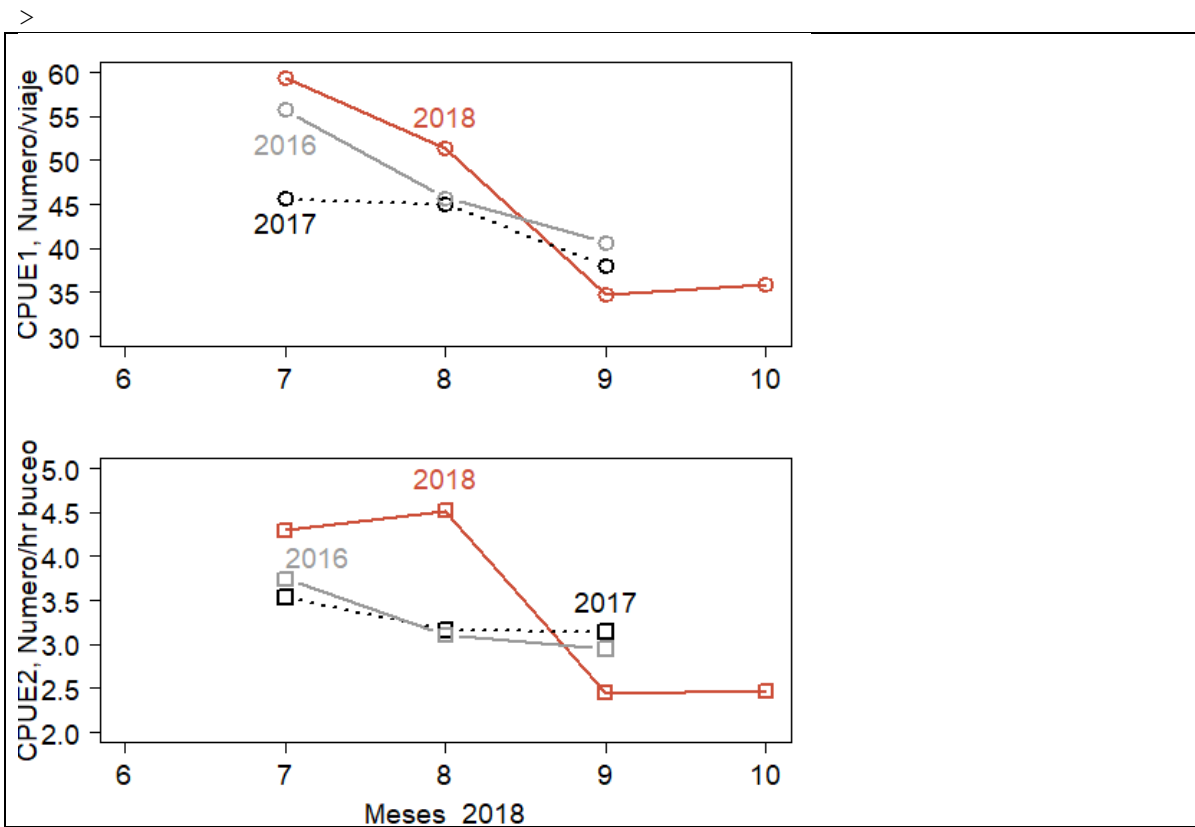


Figura 31. Comportamiento mensual de dos índices de CPUE, en número de langostas por viaje (CPUE1, panel superior) y en número de langostas por hora de buceo (CPUE2, panel inferior) en la RB Banco Chinchorro durante tres temporadas consecutivas de pesca, 2016 a 2018.

Al contrastar el comportamiento de ambos índices en el tiempo, se notó que siguieron un comportamiento ligeramente distinto (Fig. 29). En general, de manera gruesa, ambos índices tuvieron tendencia a la baja: en Agosto y Septiembre el CPUE1 disminuyó de manera visible; en tanto que el CPUE2 se mantuvo sin cambio en Agosto (Fig. 29).

Es preferible usar el índice más elaborado, que incorpora más información, en este caso el CPUE2 requiere la duración del viaje de pesca y el número de buzos. Sin embargo, cuando se enfrenta escasez de recursos, resulta factible emplear un índice simple, de menor costo, tal como el CPUE1.

En el caso de la RB Banco Chinchorro, cuando se emplean ambos índices CPUE para comparar niveles de abundancia relativa de langosta en tres temporadas consecutivas (Fig. 31) se advierte que la temporada actual 2018 alcanzó los valores ligeramente más elevados de abundancia relativa con base en ambos índices CPUE1 y CPUE2 (Fig. 31). De igual forma, en las temporadas 2016 y 2017 también tuvieron valores relativamente similares de abundancia relativa, según ambos CPUE1 y CPUE2 (Fig. 31). En suma, las tres últimas temporadas de pesca se han mantenido con valores de abundancia relativa similares, con una aparentemente ligera ventaja de la temporada 2018-2019.

### **3. Consideraciones Finales.**

1. De Julio a Octubre de 2018, se llevó a cabo el monitoreo mensual de la pesquería de langosta en cuatro localidades pesqueras de la RB Sian Ka'an y RB Banco Chinchorro. Esta área geográfica comprende el área certificada por el MSC en 2012; que desde 2015 aceptó formar parte de un proyecto de mejora pesquera (FIP). Con esta actividad de actividades de monitoreo se cumplió el compromiso central del convenio COBI-ECOSUR, parte del proyecto "Implementación de un programa de monitoreo para la pesquería de langosta en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y Banco Chinchorro, durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre de 2018".

2. Aunque durante el período hubo solo una amenaza de tormenta tropical, hubo eventos frecuentes de lluvias y vientos del SE que afectaron la programación de las salidas de muestreo a las cuatro localidades pesquera. Bajo las condiciones imperantes se logró, sin embargo, alcanzar tamaños de muestra de magnitud aceptable, tanto en número de datos de talla, con  $n= 16,104$ ; como en número de entrevistas de captura-esfuerzo,  $n= 425$ . Se mantiene el orden de magnitud de los tamaños de muestra que han caracterizado los esfuerzos de monitoreo que comenzaron desde 2016.

3. En Punta Allen, continuó la coordinación con INAPESCA para efectuar el muestreo mensual de la pesquería de langosta. Una vez más se demostró que es posible potenciar los resultados en términos del tamaño de muestra, a la vez que se hace un uso eficiente de los recursos, y evitando la duplicidad de muestreos bajo un objetivo común.

4. Se obtuvo por tercera vez consecutiva, de 2016 a 2018, información básica de la estructura de tallas de las langostas capturadas; así como de la captura y esfuerzo, al

nivel de detalle que exige la ejecución de variados análisis cuantitativos –aplicables a los datos de una temporada entera, en este caso de la temporada 2018-2019. Los resultados obtenidos en la presente temporada, se suman a los dos ejercicios anteriores, 2016-2017 y 2017-2018.

5. Destaca en esta ocasión el caso de la RB Banco Chinchorro, donde tres cooperativas aportan recursos frescos, lo que aseguró dar continuidad al monitoreo mensual en la presente temporada 2018-2019. En respuesta a este gesto, tanto COBI como ECOSUR aportaron recursos adicionales. Todo ello apuntala el monitoreo de la pesquería de langosta en Banco Chinchorro, una localidad donde no se ha interrumpido el monitoreo desde la temporada 2012-2013. Por tanto, esta localidad cuenta ahora con una de las bases de datos mensuales más completos en tallas y captura-esfuerzo.

6. Durante 2018, tanto en Bahía de la Ascensión, como en el norte de Bahía Espíritu Santo se registraron elevados porcentajes de hembras con parche, un indicativo de actividad reproductiva reciente. Estos porcentajes del 32.6% de las hembras en Bahía de la Ascensión en Septiembre, señalan la importancia del pico secundario de actividad reproductiva que ocurre en Septiembre-Octubre (Ramírez Estévez 1996). De igual modo, durante 2018 en las bahías centrales de RB Sian Kaán se observó de nuevo el patrón general reportado en 2017 que consiste en el aumento de la proporción de hembras con parche conforme aumenta la talla, sobre todo en el intervalo de valores de 80 a 120-130 mm LC. Esto identifica los grupos de talla/ edad que participan en las actividades reproductivas en las localidades y períodos de monitoreo

7. Los datos obtenidos en 2018 confirman características y patrones reportados en 2017. A diferencia de lo que ocurre en las bahías de RB Sian Kaán, en las distribuciones de talla de Banco Chinchorro se advierte que hembras y machos tienen una distribución más extendida, que se asemeja a estructuras polimodales. Esto indica una mayor variabilidad (heterogeneidad) de tallas; sobre todo en los machos. Lo anterior, contrasta fuertemente con las distribuciones observadas en las bahías de RB Sian Kaán, donde hubo diferencia marcada entre sexos; además de distribuciones casi uni-modales para cada sexo.

8. En 2018, la información colectada corroboró lo reportado en 2017 en cuanto al dominio de las hembras en tallas menores o intermedias; en tanto que los machos dominan en los intervalos de tallas superiores. Por tanto, las diferencias entre sexos cuestionan el uso de la distribución de sexos combinados en los métodos de análisis basados en tallas, porque son muy distintas las distribuciones de talla de cada uno de los sexos. Es recomendable que el análisis de tallas considere los sexos por separado, a fin de alcanzar resultados más realistas. Esta situación se presenta con menos claridad en la composición por tallas de la RB Banco Chinchorro.

9. Otra consecuencia práctica de la disparidad en la estructura de tallas entre ambos sexos, es que la captura de sub-legales significa un mayor impacto sobre las hembras que sobre los machos de langosta.

10. Durante 2018, en Bahía de la Ascensión se registró una notoria disminución en la manipulación de langostas de talla sublegal. Hubo una mejora sensible con respecto a la situación descrita en 2017. El nivel actual del porcentaje de langostas de talla sublegal en las capturas, de 2.03 % en ambos sexos, se acerca al margen de error permisible ligado al método de captura de langosta basado en buceo libre.

11. Durante 2018, se experimentaron fallas en el protocolo de monitoreo de la pesquería en el caso de la RB Banco Chinchorro. En particular, no fueron registradas de manera correcta tanto los pesos individuales (n= 1,035) de las langostas, ni se puso la atención debida al registro de la presencia del parche. Casos como este dejan dos lecciones muy claras: a) La necesidad de planear con suficiente tiempo de anticipación las actividades de monitoreo; b) Redoblar las actividades de capacitación básica a los encargados del monitoreo en todos los aspectos que son registrados durante los muestreos.

12. Con base en los datos mensuales de abundancia relativa expresados mediante dos índices de captura por unidad de esfuerzo, CPUE1 y CPUE2, la presente temporada 2018 tuvo mayores valores de abundancia relativa que las dos temporadas previas (2016 y 2017) en la RB Banco Chinchorro. En cambio, en el caso de las bahías, la actual temporada 2018 resultó con valores de abundancia relativa de magnitud intermedia; siendo más alta la abundancia en 2017 y siendo menor en 2016.

**AGRADECIMIENTOS.** A socios y directivos de las seis cooperativas pesqueras por su tiempo, paciencia para soportar muestreos y entrevistas luego de duras jornadas de pesca. Gracias también a las secretarías y contadores de las cooperativas por su amable gestión y por facilitar información.

Al personal de apoyo de ECOSUR-Chetumal, Sres. Francisco Rodríguez Pantoja quienes apoyaron el traslado del grupo de trabajo y su cargamento a las localidades pesqueras de la RB Sian Ka'an. Al personal administrativo por su apoyo: Mayra Belmont y Rosario Reyes. Especial mención a Ashanty Rodríguez Sabido; así como a CP José Chan por su apoyo excelente en las diversas etapas del proyecto.

#### **Literatura Citada.**

Munro, J. L. 1983. The biology, ecology and bionomics of spiny lobsters (Palinuridae), spider crabs (Majidae) and other crustaceans resources. Pages 206–222 in J. L. Munro, ed. Caribbean coral reef fisheries resources. ICLARM Studies and Reviews 7. 276 p.

Ramírez Estévez, A. E. 1996. Reproducción de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la costa noreste de Quintana Roo. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 85 pp.