

# Selectividad y estimación de un tamaño mínimo de malla para las atarrayas camaroneras en la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México, con implicaciones para el manejo de la pesquería

Sebastián Ramos-Cruz\*

Se analizó la selectividad de las atarrayas utilizadas para la captura de camarón y se determinó un tamaño de malla mínimo con base en la estimación de la talla media de selección ( $l_{50}$ ), utilizando las distribuciones de frecuencias de tallas obtenidas con cinco aberturas de mallas: 25.4 mm (una pulgada), 19.0 mm ( $\frac{3}{4}$  plg), 15.9 mm ( $\frac{5}{8}$  plg), 12.7 mm ( $\frac{1}{2}$  plg) y 9.5 mm ( $\frac{3}{8}$  plg). Los resultados revelaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las fracciones poblacionales retenidas por cada tamaño de malla. Con el ajuste a la curva logística se estimó que la  $l_{50}$  que proporciona los mejores rendimientos es la atarraya que captura organismos de 88 mm de longitud total, con un tamaño de malla de 25.4 mm y un factor de selección de 3.5. Con base en estos resultados y los antecedentes aportados, se sugiere analizar la conveniencia de ajustar el tamaño de malla en estos artes de pesca de 38.1 mm (1.5 plg) definida en la Norma Oficial Mexicana (NOM-002-PESC-1993), a 25.4 mm (una pulgada) en la región de influencia del estudio. Asimismo, tomando en cuenta que en los sistemas lagunares la población de camarón se distribuye según un gradiente diferenciado de tallas, resulta inconveniente un ordenamiento pesquero basado en el establecimiento y el uso de un tamaño de malla único, por lo que los futuros esfuerzos de investigación deberán orientarse a realizar estudios tendientes a determinar regímenes de pesca acordes con las características biológicas del recurso y sus variaciones estacionales en cada una de las zonas de pesca.

**Palabras clave:** Camarón, atarraya, tamaño de malla, selectividad,  $l_{50}$ .

## Selectivity and minimum mesh size estimation for shrimp cast net in Mar Muerto Lagoon, Oaxaca-Chiapas, Mexico, with implications for its fishery management

This paper deals with cast net selectivity used to capture shrimp. A minimal mesh size was determined, based on the average selection length estimation ( $l_{50}$ ), using the distribution length composition obtained with five mesh sizes: 25.4 mm (one inch), 19.0 mm ( $\frac{3}{4}$  in), 15.9 mm ( $\frac{5}{8}$  in), 12.7 mm ( $\frac{1}{2}$  in) and 9.5 mm ( $\frac{3}{8}$  in). Results revealed significant differences ( $p < 0.05$ ) between the population fractions retained by each mesh size. Based on the adjustment of the logistic curve, it was estimated that the best performance is with the cast net that fishes  $l_{50} = 88$  mm of total length, corresponding to a mesh size of 25.4 mm with a selection factor of 3.5. With base in these results and the contributed precedents, it is suggested to analyze the convenience of adjusting the size of mesh in these fishing gears of 38.1 mm (1.5 in) defined in the Official Mexican Norm (NOM-002-PESC-1993), to 25.4 mm (one inch) in the region of influence of this study. Likewise, taking in account that in the lagoons systems the population of shrimp distributes under a differential gradient of sizes, a fisheries management based on the use of a single mesh size is inconvenient, which is why the future efforts of investigation will guide to carry out studies to determine fishing regimes in accordance with biological characteristics of the resource and their seasonal variations in each one of the fishing areas.

**Key words:** Shrimp, cast net, mesh size, selectivity,  $l_{50}$ .

---

\* Centro Regional de Investigación Pesquera - Salina Cruz. Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA. Apdo. Postal 274, C.P. 70600 Salina Cruz, Oaxaca, México. [camaron\\_ps@prodigy.net.mx](mailto:camaron_ps@prodigy.net.mx)

## Introducción

Un aspecto común de las pesquerías artesanales, como la de camarón, es que concentran una alta población pesquera que ocasiona que su acceso al recurso se efectúe con alto grado de desorganización. Cada pescador utiliza los medios de producción que más le convienen para obtener los máximos beneficios, sin considerar las disposiciones normativas pesqueras vigentes, ni la conservación del recurso. Tomando en cuenta que para el manejo de estas pesquerías deben integrarse factores de conservación de los recursos pesqueros (capacidad de renovación de los *stocks*) y el respeto a las normas, instrumentación de planes de ordenamiento acordes con el uso y el desarrollo de la zona costera (Flores-Hernández y Ramos-Miranda, 2004), se hace necesario realizar estudios sobre los diferentes aspectos de la actividad pesquera artesanal, cuyos resultados permitan el diseño de políticas pesqueras según las características del recurso y en donde los pescadores, principales usuarios, sean copartícipes y corresponsables en su conservación.

La actividad pesquera artesanal en México se desarrolla con mayor intensidad en los sistemas lagunares, en donde el camarón es la principal especie objetivo. Las especies de camarón que se capturan en la costa del Pacífico son el blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), el azul *L. stylirostris* (Stimpson, 1871), el café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) y el blanco o ámbar *L. occidentalis* (Streets, 1871), las cuales ingresan a los cuerpos salobres como post-larvas y los abandonan en etapa juvenil, pasando a formar parte de las poblaciones marinas, en donde terminan de crecer, maduran sexualmente y se reproducen. Los pescadores aprovechan los movimientos migratorios laguna-mar para capturarlos mediante diversas técnicas artesanales de pesca. El ciclo biológico compartido entre los ambientes marino y lagunar de estas especies, explica la coexistencia inseparable de las dos pesquerías (lagunar y marina), afectando de manera conjunta a la población de camarón (Schultz-Ruiz *et al.*, 2002). Estos dos tipos de explotación se efectúan de forma secuencial y teóricamente existen interacciones entre los dos: la pesca artesanal influye sobre el *stock* de adultos al reducir la contribución de los juveniles, en tanto que la captura de los

adultos en teoría puede influir sobre la producción de juveniles si la explotación llega a un grado tal que disminuya el potencial de renovación del *stock* (García y Le Reste, 1986). Esta dependencia exige el diseño de una estrategia de pesca que conserve el equilibrio que la población requiere para su funcionamiento como unidad biológica, pero también para el mantenimiento de ambas pesquerías: artesanal e industrial.

El arte de pesca tradicionalmente utilizado por los pescadores artesanales en los sistemas lagunares, estuarinos y bahías es la atarraya, que, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-002-PESC-1993) (DOF, 1997) debe estar confeccionada con una luz de malla de 38.1 mm o su equivalente en pulgadas, en todas sus partes. Sin embargo, esta medida administrativa de carácter tecnológico-pesquero no se cumple, ya que la mayoría de las atarrayas es confeccionada con aberturas de malla de 25.4 mm y menores. Al respecto, Barrera-Huerta (1976<sup>1</sup>) observó que la mayoría de las atarrayas utilizadas por los pescadores en las lagunas y marismas de Oaxaca tenía tamaños de mallas de 1.0 cm hasta 0.8 cm de abertura. Aunado a esta inobservancia de la NOM, los pescadores también utilizan los denominados “copos”<sup>2</sup> artes de pesca no considerados por la normatividad vigente y su uso constituye una de las formas más comunes de pesca ilegal toleradas por las autoridades correspondientes. Según Grande-Vidal *et al.* (1998<sup>3</sup>), estas artes de pesca fueron introducidas a la pesquería hacia finales de los años sesenta y trabajan con aberturas de malla de 19 mm (3/4 plg), altura máxima de 1.70 m y hasta 198 m de alas. En años anteriores

1. BARRERA-HUERTA, R. 1976. Estudio sobre los tamaños de captura comercial de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en las lagunas Oriental y Occidental y marismas de Oaxaca, Méx. *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son., México, pp: 114-123.
2. Los *copos* son artes de pesca en forma de bolsa, similares a las utilizadas en las redes de arrastre. Dentro de los sistemas lagunares se colocan en los principales canales por donde se desplaza el camarón durante sus movimientos migratorios, fijándolos por medio de estacas y/o piedras, colocando la boca circular del mismo en contra de la dirección de la corriente, de tal manera que cuando los organismos entran quedan atrapados y confinados en el fondo.
3. GRANDE-VIDAL, J.M., D. Aguilar R., H.A. Gil-López y S. Sarmiento-Náfate. 1998. Pesca experimental comparativa de las redes de arrastre camaroneras utilizadas en el Golfo de Tehuantepec. SEMARNAP/INP. Informe de investigación. 20p.

los pescadores también utilizaban redes de enmalle para la captura de camarón dentro de los sistemas lagunares, conocidos localmente como “mangas camaroneras”, pero su uso decayó por la introducción de los copos. Las mangas camaroneras operaban a la deriva y presentaban mejor selectividad que los copos y las atarrayas.

Las atarrayas camaroneras que se utilizan en los litorales del Pacífico y el Golfo de México reciben nombres diferentes de acuerdo con la forma de construcción; así, las que poseen pata de gallo<sup>4</sup> y una rienda son conocidas como atarrayas “atómicas” en la región de Sinaloa y Nayarit, y como “bolincheras” en la zona Huave y del Mar Muerto (Oaxaca-Chiapas). Las que en la relinga de plomos llevan unida una bolsa son conocidas como atarrayas de “bolsa” (INP, 2003). Su forma es cónica y se confecciona con hilo poliamida monofilamento del 0.15 a 0.30 mm de diámetro. En la región de estudio las atarrayas pueden tener un diámetro máximo de 7.0 m y un peso máximo de 7.0 kg (Barrera-Huerta, 1976<sup>5</sup>). Su fácil construcción y el bajo costo de los materiales son factores determinantes para que cada pescador tenga más de una atarraya. Generalmente este arte de pesca es operado por una sola persona, ya sea desde a bordo de una embarcación o a pie y su efectividad está en función de la habilidad y la experiencia del pescador para tirarla. En cuanto a su eficiencia de trabajo (porcentaje de abertura de la atarraya una vez que toca fondo), ésta varía en función de la profundidad de la zona de pesca y del peso de la relinga de plomo, pero por lo general se considera que es de 40% (Chim, 1989).

Desde el punto de vista económico, esta pesquería encadena una serie de factores relacionados con la etapa de captura, de los cuales el arte de pesca constituye el factor de mayor peso que interviene en el proceso productivo (De la Cruz-González, 2006<sup>6</sup>), y de éste, el tamaño de malla

es considerado la característica más importante (Hovgård y Lassen, 2000; Massutí *et al.*, 2005). En este sentido, el estudio de la selectividad de las artes de pesca y de las atarrayas en el presente estudio de caso, constituye una tarea prioritaria por desarrollar. Debe tenerse en cuenta que la selectividad de dichas artes es una herramienta de gran importancia para la gestión de la pesca tanto artesanal como de arrastre, no sólo de cara a minimizar el efecto de esta actividad sobre los ecosistemas sino también para mejorar el patrón de explotación de las especies objetivo (Massutí *et al.*, 2005). Por tanto, la determinación de la selectividad se convierte en un componente clave de la evaluación pesquera (Myers y Hoenig, 1997) y representa una forma de control de la explotación del recurso para obtener los máximos rendimientos (García y Heredia, 2003). De acuerdo con Millar y Holst (1997), el estudio de la selectividad y la determinación de la talla media de selección ( $L_{50}$ ) constituyen objetivos cruciales para el manejo de la pesquería, ya que se busca que las capturas estén integradas principalmente por organismos de tallas grandes, maximizando los rendimientos y protegiendo los ejemplares de menor talla.

A pesar de la importancia que tienen los estudios de selectividad en la evaluación y el manejo de la pesquería de camarón, en México no hay suficientes trabajos de este tipo y los existentes están orientados principalmente hacia la pesquería marina (Lluch-Belda, 1975; Grande-Vidal y Arias, 1991; Grande-Vidal *et al.*, 2003<sup>7</sup>; INP, 2003). En tanto que para las pesquerías artesanales, la escasez de este tipo de investigaciones es más evidente. Grande-Vidal *et al.* (1988<sup>8</sup>) realizaron en el área de estudio una de

4. [http://www.inp.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/Catalogo/CapIV\\_Atarrayas.pdf](http://www.inp.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/Catalogo/CapIV_Atarrayas.pdf)
5. BARRERA-HUERTA, R. 1976. Algunos aspectos a considerar para la determinación de vedas, apertura y cierre de tapos y reglamentación de la luz de malla de las atarrayas de pesca de camarón en las lagunas y marismas del estado de Oaxaca, Méx. *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son., México, pp: 124-130.
6. DE LA CRUZ-GONZÁLEZ, F.J. 2006. Indicadores productivos en el uso de artes de pesca para la captura de camarón en

- el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. Informe de Investigación (documento interno). SAGARPA-CONACYT. 17p.
7. GRANDE-VIDAL, J.M., A. Balmori R. y R. Torres J. 2003. Selectividad de las redes de enmalle utilizadas para la captura de camarón azul (*Penaeus stylirostris*) en el Golfo de California (1996). *Resúmenes Segundo Foro de camarón del Pacífico: Evaluación y manejo*. Instituto Nacional de la Pesca. Huatulco, Oaxaca, México. Junio 2003. 53p.
8. GRANDE-VIDAL, J.M., L. Castro C., H.A. Gil L., I.E. Reyna C. y F. Rosales R. 1988. Informe técnico de avance de la evaluación biotecnológica de los sistemas de captura del camarón, en el Mar Muerto. Informe técnico (documento interno). CRIP-Salina Cruz. Instituto Nacional de la Pesca. México. 8p.

las primeras investigaciones para determinar los tipos de artes de pesca que se deben utilizar y sus características técnicas, y propuso para las atarrayas una luz de malla de 25.4 mm. Barrera-Huerta (1976<sup>1,5</sup>) estudió las tallas de los camarones capturados por la pesquería artesanal en las lagunas y marismas de Oaxaca, observando un incremento de organismos de tallas pequeñas en las capturas como resultado de la disminución del tamaño de malla en las atarrayas. Propuso una abertura de malla de 25.4 mm para evitar la captura de estas tallas y permitir su crecimiento hacia tamaños de mayor valor comercial. Sugirió también evaluar la posibilidad de reglamentar el periodo de captura del crustáceo dentro de los sistemas lagunares mediante una veda temporal. Medina-Reyna (1999) evaluó la retención de las artes de pesca en el sistema lagunar Mar Muerto y concluyó que la variación de la  $l_{50}$  en el tiempo está fuertemente asociada a las fluctuaciones de la salinidad.

Desde el punto de vista pesquero, la atarraya es un arte de pesca muy eficiente pero poco selectiva, aunado a la variedad de aberturas de malla con que se confecciona y cuyas dimensiones en su mayoría son menores a la establecida por la normatividad pesquera. La diversidad de características tecnológicas en este arte de pesca dificulta el control de la explotación del recurso y constituye uno de los principales problemas para la definición y el establecimiento de estrategias de manejo para la pesquería artesanal de camarón en los sistemas lagunares. En este contexto, la presente investigación fue realizada con la finalidad de analizar la selectividad de las atarrayas y determinar un tamaño de malla que seleccione y retenga mayor porcentaje de organismos de tallas grandes, cuya comercialización resulte atractiva en el aspecto económico para el pescador y, desde el punto de vista biológico, contribuya a la conservación del recurso. Para ello se plantearon los siguientes objetivos: 1) analizar la composición por tallas de las capturas comerciales realizadas con atarrayas, 2) analizar la selectividad de las aberturas de malla, 3) estimar la talla media de selección ( $l_{50}$ ) y 4) determinar el tamaño de malla más adecuado para este arte de pesca.

## Materiales y métodos

El sistema lagunar Mar Muerto se localiza en la región sureste del Pacífico mexicano (Fig. 1), cuyos extremos se localizan en las coordenadas 16°57'55"N - 94°27'32"O (lado oaxaqueño) y 15°57'15"N - 93°48'16"O (lado chiapaneco), situándose la bocabarra en las coordenadas 15°58'49"N y 93°56'36"O, frente a la comunidad de Paredón, Chiapas. Ocupa una superficie aproximada de 68 000 ha, de las cuales 47 000 ha pertenecen al estado de Oaxaca y 21 000 ha al estado de Chiapas (SEPESCA, 1990). Este sistema es altamente productivo pues cuenta con la bocabarra de Tonalá que está permanentemente abierta, lo que favorece la continua entrada de postlarvas de camarón y primeros estadios de otras especies.

Los datos necesarios para la determinación de la selectividad fueron obtenidos de forma aleatoria de las capturas comerciales efectuadas por los pescadores durante las faenas de pesca o en los lugares de desembarque de las localidades pesqueras de Rincón Juárez, Rancho Salinas y Conchalito, en Oaxaca; La Gloria y Paredón en Chiapas (Fig. 1). Es importante destacar que los resultados aquí expuestos no provienen de un experimento de selectividad *sensu strictu*, sino de las capturas obtenidas con las atarrayas utilizadas de manera habitual por los pescadores, sin la utilización de un prototipo.

El trabajo de campo consistió en medir el tamaño de malla (mm) de cada atarraya en el momento en que el pescador llegaba a entregar su producto a la cooperativa o durante la faena de pesca, procediéndose posteriormente a obtener una muestra de aproximadamente un kilogramo de la captura obtenida con ese arte de pesca. Siguiendo a Pope *et al.* (1983), el tamaño de malla se midió con un pie de rey o vernier, registrando la distancia entre los dos nudos opuestos de la misma malla, permaneciendo ésta completamente estirada en dirección vertical y siguiendo la caída de la atarraya. Con esta metodología se obtuvieron muestras y datos de las capturas correspondientes a cinco tamaños de malla: 25.4 mm (una pulgada), 19.0 mm (¾ plg), 15.9 mm (5/8 plg), 12.7 mm (½ plg) y 9.5 mm (3/8 plg). Las muestras biológicas eran conservadas en hielo molido y transportadas al laboratorio

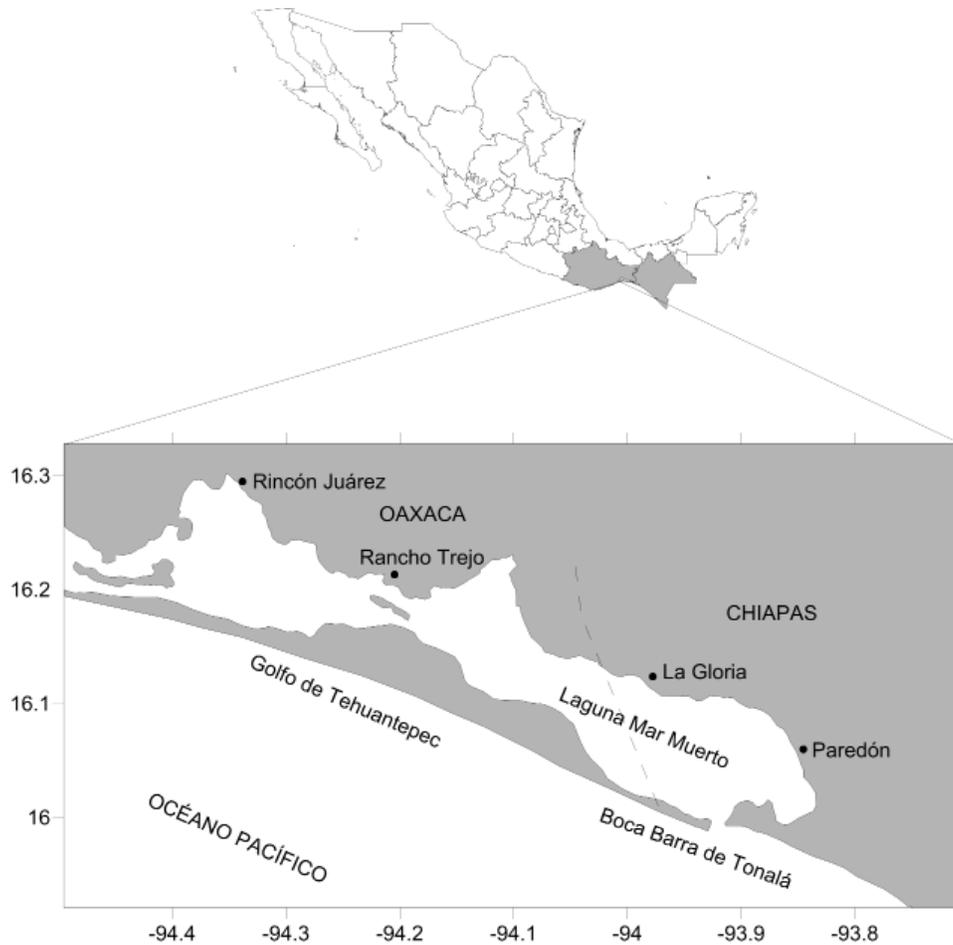


Fig. 1. Localización del sistema lagunar Mar Muerto en el Pacífico Sur de México.

del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Salina Cruz, Oaxaca, en donde se identificaron a nivel especie (Hendrickx, 1995). Posteriormente, se obtuvo la longitud total (LT) y el peso total (PT) de cada ejemplar. La LT fue registrada en milímetros (mm) y medida desde la punta del *rostrum* hasta el margen posterior del telson en forma extendida (Nates y Felder, 1999), mientras que el PT individual se registró con una báscula electrónica digital ( $\pm 0.01$  g). En seguida, los registros de tallas fueron agrupados en intervalos de tres milímetros y sus frecuencias suavizadas por el método de los promedios móviles (Murray, 1970), para eliminar el sesgo que en algunos casos se presentó por la falta de información. Puesto que en los sistemas lagunares los organismos aún no han desarrollado plenamente sus caracteres sexuales externos, la muestra fue analizada sin discriminación de sexos y, por tan-

to, los resultados están referidos a la población en general.

Con los datos de tallas se elaboraron histogramas de frecuencia para cada tamaño de malla y se hicieron pruebas de análisis de varianza (ANDEVA) para identificar diferencias significativas entre las capturas y los valores de la talla media de selección ( $l_{50}$ ).

Las curvas de selectividad correspondientes a cada tamaño de malla se obtuvieron ajustando las distribuciones de frecuencias acumuladas a la curva logística generalizada (Sparre y Venema, 1997; Alarcón y Arreguín-Sánchez, 1994):

$$S_{lt} = 1 / (1 + \exp(S_1 - S_2 lt)) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:  $S_{lt}$  = probabilidad de retención de individuos de longitud  $lt$ ,  $S_1$  y  $S_2$  = constantes asociadas a las características del arte de pesca (Sparre y Venema, 1997):

$$S_1 = l_{50} * \ln(3) / l_{75} - l_{50} \quad \text{Ec. 2}$$

y

$$S_2 = S_1 / l_{50} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:  $l_{75}$  y  $l_{50}$  corresponden al porcentaje de organismos retenidos por el arte de pesca. Posteriormente para cada tamaño de malla se estimó el rango de selección (RS):

$$RS = l_{75} - l_{25} \quad \text{Ec. 4}$$

El factor de selección (FS) que representa la proporcionalidad entre la abertura de la malla y la talla media de selección (Pope *et al*, 1983; Sparre y Venema, 1997) se estimó con la expresión:

$$FS = l_{50} / \text{Tamaño de malla} \quad \text{Ec. 5}$$

Finalmente, las distribuciones de frecuencia de tallas de cada abertura de malla fueron ajustadas a curvas normales (Zar, 1999; Sparre y Venema, 1997), con la finalidad de comparar las curvas resultantes y observar en conjunto las diferencias entre las fracciones poblacionales retenidas por cada tamaño de malla:

$$f(x) = 1 / \sigma \sqrt{2\pi} * e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \right)^2} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:  $\sigma$  = desviación estándar,  $\pi$  = 3.14159,  $x$  = talla (mm),  $\bar{x}$  = talla media (mm).

### Resultados

La muestra acumulada estuvo integrada por 9 147 camarones, cuyos porcentajes de captura correspondientes a cada tamaño de malla se muestran en la *tabla 1*, que también contiene el resumen estadístico de las características principales de las fracciones poblacionales retenidas por cada tamaño de malla y los valores de los principales parámetros utilizados para el análisis de la selectividad. Mientras que en la *figura 2* se presentan las distribuciones de frecuencia y sus respectivas curvas de selectividad.

Al analizar la estructura de tallas correspondiente a cada tamaño de malla se observa que la de 25.4 mm estuvo integrada predominantemente

por organismos de tallas grandes, cuya longitud promedio fue de 88 mm de LT y la talla modal de 90 mm de LT. Estas características poblacionales resultan comparativamente diferentes y superiores a las observadas con las otras aberturas de malla. Tales diferencias fueron corroboradas mediante el análisis de varianza ( $p = 0.05$ ), y se confirmó que la composición de tallas guarda estrecha relación con el tamaño de malla en las atarrayas.

En la *figura 2* se observa que la moda de las distribuciones de frecuencia de tallas tiende a moverse hacia la izquierda conforme disminuye

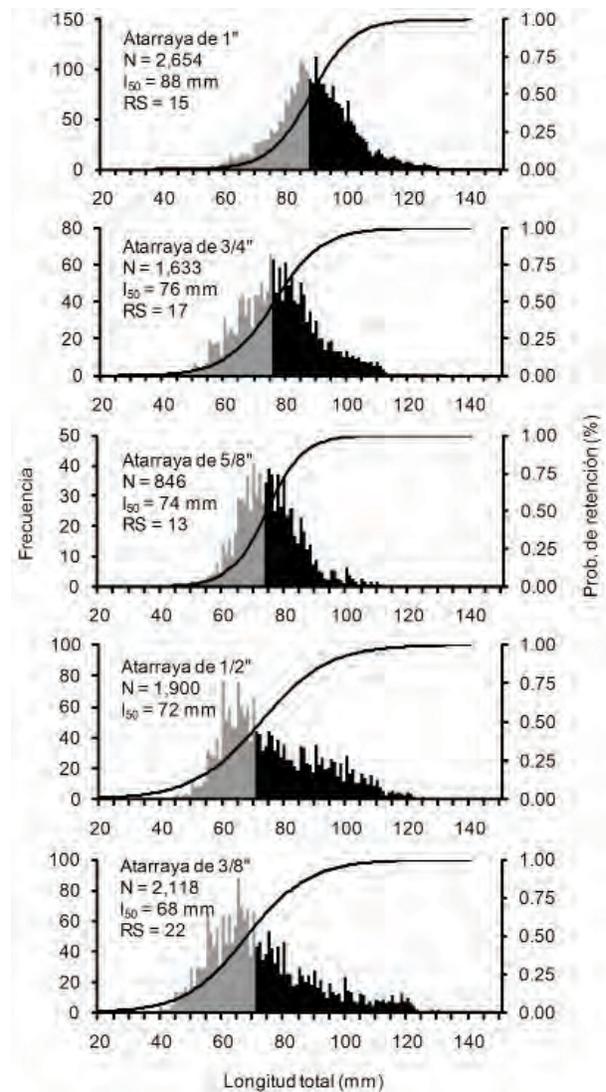


Fig. 2. Histogramas de frecuencia de tallas y curvas de selectividad para cada tamaño de malla de las atarrayas camaroneras, en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México (la parte sombreada de negro representa la fracción que captura cada tamaño de malla por encima de la  $l_{50}$ ).

**Tabla 1**  
Estadísticas descriptivas de las capturas de camarón obtenidas con los diferentes tamaños de malla de las atarrayas camaroneras en el sistema lagunar Mar Muerto

T malla (mm)	N	%	Longitud total (mm)				Sk	Cuartiles			VAR	RS	FS
			mín	máx	media ± 95%	moda		25%	50%	75%			
25.40	2 654	29.0	43	148	88.4 ± 0.49	90	0.20	81	88	96	166.179	15	3.5
19.05	1 633	17.9	45	117	76.8 ± 0.63	75	0.30	68	76	85	167.089	17	4.0
15.87	846	9.2	22	110	74.3 ± 0.71	70	0.41	67	74	80	109.438	13	4.7
12.70	1 899	20.8	40	125	75.5 ± 0.73	60	0.63	63	72	87	267.325	24	5.7
9.53	2 115	23.1	25	136	72.3 ± 0.76	65	0.90	60	68	82	325.149	22	7.1

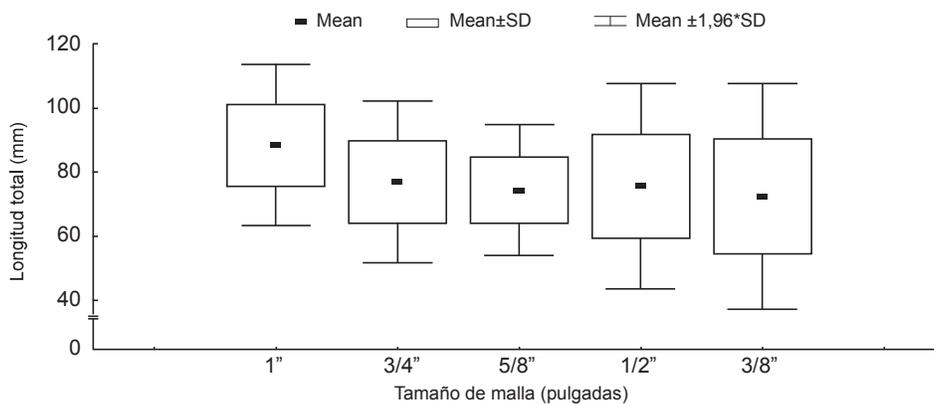
Sk = Coeficiente de asimetría, VAR = Varianza; RS = Rango de Selección y FS = Factor de Selección

el tamaño de malla, en clara respuesta al incremento del número de organismos pequeños que se retienen y su potencial efecto sobre los valores respectivos de la talla media de selección (Tabla 1), que disminuyen de 88.4 ± 0.49 mm de LT en la malla de 25.4 mm a 72.3 ± 0.76 mm de LT para la malla de 9.5 mm ( $p < 0.05$ ). Este mismo comportamiento es exhibido por la talla modal (Tabla 1), que desciende de 90 mm de LT en la malla de 25.4 mm a 60 mm de LT en la de 12.7 mm ( $p < 0.05$ ). Todos los efectos del tamaño de malla sobre la estructura de la población se presentan gráficamente en la figura 3.

Asimismo, a medida que el tamaño de malla decrece, las curvas de selectividad tienden a volverse menos simétricas por el efecto que produce la cercanía de la moda principal del histograma con el eje de las ordenadas (Fig. 2). La talla media de selección ( $l_{50}$ ) se incrementa o disminuye en forma gradual según el tamaño de malla (Tabla 1), estableciéndose una correlación positiva entre ambas variables. Así, la malla de

9.5 mm retiene a organismos con una selección de  $l_{50} = 68$  mm de LT, mientras que la malla de 25.4 mm los retiene con una selección de  $l_{50} = 88$  mm de LT, que corresponde a la máxima probabilidad de retención que puede establecerse para este arte de pesca. La relación que se establece entre la talla media de selección ( $l_{50}$ ) y el tamaño de malla queda expresada por el modelo:  $l_{50} = 55.779 + 1.20 \cdot \text{tamaño de malla}$ ,  $r^2 = 0.95$ ,  $p < 0.05$ .

Por otro lado, en la tabla 1 se observa que los valores del rango de selección (RS) variaron entre RS = 13 para la malla de 15.87 mm y RS = 24 para la malla de 12.7 mm, mientras que a la malla de 25.4 mm le correspondió un RS = 15. Un aspecto importante de este parámetro, es que su amplitud está en estrecha dependencia con la abertura de malla, por lo que la condición ideal que se busca es aquella en donde la diferencia entre los cuartiles 25 y 75 sea lo más estrecha posible, pues con ello se asegura incrementar al máximo la selectividad del arte de pesca en cuestión.



**Fig. 3.** Tallas mínimas, máximas, promedio y desviación estándar de las tallas de los organismos capturados con diferentes aberturas de malla (M).

En tanto que los valores del factor de selección (FS) variaron entre  $FS = 3.5$  para la malla de 25.4 mm y  $FS = 7.1$  para la malla de 9.53 mm, delineando una tendencia inversa al tamaño de malla (Tabla 1).

Por otro lado, la transformación de las distribuciones de frecuencia a curvas normales (Fig. 4) confirma la talla de primera captura y fortalece la propuesta de que la malla de 25.4 mm proporciona los mejores rendimientos pesqueros, ya que captura organismos en plena etapa de reclutamiento hacia la zona marina y cuyas tallas ( $\geq 80$  mm) son consideradas como las más adecuadas para que sean aprovechadas por la pesquería artesanal.

## Discusión

La atarraya es un arte de pesca selectiva desde el momento en que entra en contacto con el agua hasta que queda extendida en el fondo, lapso en el que las mallas permanecen abiertas y permiten el escape de los organismos cuyas dimensiones corporales son menores a las de la malla utilizada. En el momento en que el pescador tira del cordel con que sostiene la atarraya, la selectividad se pierde a causa del estiramiento y el estrechamiento de las mallas, atrapando a todos los organismos que quedaron dentro de su circunferencia. Asimismo, en el momento en que la atarraya es recobrada, la línea de plomos tiende a concentrarse hacia el centro de la circunferencia

sin despegarse del fondo y alerta a los camarones que se encuentran semienterrados en el fango a salir para no quedar atrapados en el bolso o en el cuerpo de la atarraya.

Los resultados aquí expuestos demuestran que las tallas de camarón capturadas varían significativamente en razón del tamaño de malla con que esté confeccionada una atarraya. Uno de los primeros efectos observables de la reducción del tamaño de malla es el corrimiento de la moda principal de las distribuciones de frecuencia hacia la izquierda del gráfico, donde el número de tallas pequeñas se incrementa de manera significativa, lo que trae consigo la reducción de la talla media de captura. Los resultados también demuestran que la variación en las dimensiones del tamaño de malla afectan en forma notoria la selectividad de las tallas retenidas y, en consecuencia, la talla óptima de captura ( $l_{50}$ ), que tuvo una variación de 20 mm entre los valores máximo ( $l_{50} = 88$ ) y mínimo ( $l_{50} = 68$ ). De acuerdo con Ramos-Cruz (2000), las tallas que exhibe el camarón al abandonar el sistema lagunar Mar Muerto oscilan entre 83 mm y 120 mm, con una talla promedio de 104.5 mm. Durante 2005 se efectuó una serie de muestreos en este sistema lagunar y se observaron tallas máximas de 139 mm en el camarón blanco (*L. vannamei*) y de 165 mm en el camarón café (*F. californiensis*). En el sistema lagunar Cabeza de Toro-Joya-Buenavista, Chiapas, se han registrado tallas máximas de 150 mm y talla promedio de 125.8 mm (Torres-Hernández, 2009). En los muestreos

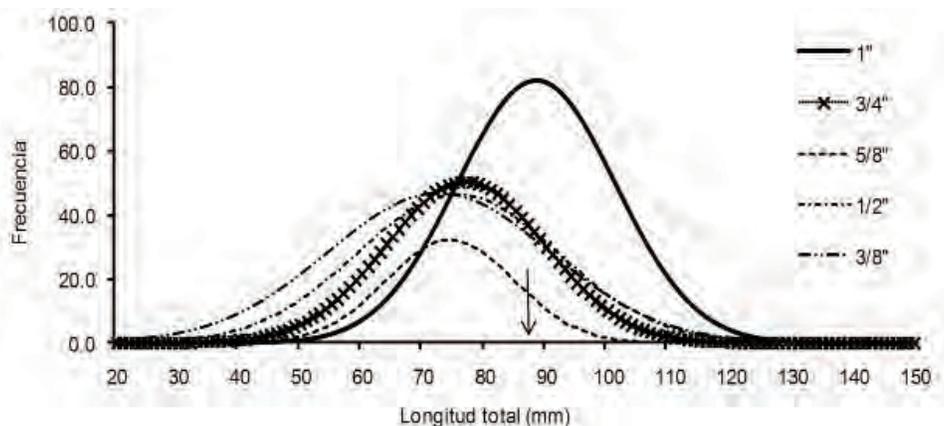


Fig. 4. Normalización de las distribuciones de frecuencia de tallas correspondientes a cada abertura de malla en pulgadas (la flecha indica el valor de la  $l_{50\%}$  para la malla de 25.4 mm, línea gruesa).

realizados por el personal del CRIP Salina Cruz se ha observado que las tallas máximas han variado entre 115 mm y 145 mm en el sistema lagunar Carretas-Pereyra, Chiapas, aunque Reyna-Cabrera (1976<sup>9</sup>) registró tallas desde los 100 mm. Barrera-Huerta (1976<sup>1</sup>) registró tallas máximas de 140 mm para el camarón capturado en las lagunas Oriental y Occidental, Oaxaca, mientras que en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola se han observado tallas máximas de 124 mm en el camarón blanco (*L. vannamei*) y de 170 mm en el camarón azul (*L. stylirostris*).

Por otro lado, la  $l_{50}$  estimada en el presente estudio es coincidente con la estimada por Medina-Reyna (1999), quien señala para esta misma área de estudio, que las tallas de los organismos retenidos por la atarraya de 25.4 mm (una pulgada) fluctúan entre 70 mm y 80 mm, con una edad probable de 90 a 106 días, correspondiendo tales longitudes a camarones que están en pleno proceso de emigración hacia el mar. Asimismo, este autor concluye que la variación en el tiempo de la  $l_{50}$  está fuertemente asociada a las fluctuaciones de la salinidad, conclusión aplicable al área estudiada por él, caracterizada por ser somera y en donde, en efecto, las condiciones ambientales, sobre todo los cambios de salinidad, son más acentuados que en el resto del sistema lagunar.

De acuerdo con Kapetsky (1982) y Bjordal (2005), la regulación de las artes de pesca y de éstos el tamaño de malla constituyen algunas de las medidas de ordenamiento pesquero que se utilizan para mejorar las propiedades selectivas y reducir la captura incidental de organismos juveniles. En este sentido, los resultados de la presente investigación pretenden contribuir al ordenamiento de la pesquería artesanal de camarón mediante la regulación del tamaño de malla de las atarrayas, con lo que se busca que dicha regulación esté en concordancia con las características poblacionales del recurso, de tal manera que seleccione y capture mayor proporción de organismos de tallas grandes, maximice los beneficios económicos para los pescadores y

disminuya los niveles de mortalidad por pesca de organismos de bajo valor comercial. Además, resulta conveniente que los pescadores estén conscientes de los beneficios de las medidas de ordenación y regulación para que sean adoptadas por ellos, dado que son quienes en última instancia las ponen en práctica o las ignoran.

## Conclusiones

- El presente estudio representa un importante avance en el ordenamiento de la pesquería artesanal de camarón, a través de la regulación del tamaño de malla en las atarrayas. Sin embargo, es claro que aún falta mucho por hacer en beneficio del recurso y las actividades sociales y económicas que dependen de su captura y comercialización.
- Los resultados obtenidos demuestran que en la captura de camarón se utilizan atarrayas con diversos tamaños de mallas y cada una genera una estructura de tallas diferente, donde la talla media de retención ( $l_{50}$ ) decrece y/o aumenta proporcionalmente al tamaño de malla.
- Esta gama de tamaños de mallas dificulta el control de la explotación del recurso y tiene alto impacto sobre la población juvenil de camarón dentro de los sistemas lagunares.
- De acuerdo con las  $l_{50}$  observadas, el tamaño de malla que proporciona la mejor selección y retiene organismos con tallas  $\geq 80$  mm, es la de 25.4 mm o su correspondiente medida en pulgadas.
- Se sugiere analizar la conveniencia de ajustar el tamaño de malla en las atarrayas de 38.1 mm (1.5 plg) definida en la Norma Oficial Mexicana (NOM-002-PESC-1993), a 25.4 mm (una pulgada) para la región de influencia del estudio. Esta medida puede instrumentarse en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, donde las características de la pesquería artesanal de camarón son similares.
- Los futuros esfuerzos de investigación deben estar orientados hacia el diseño de estrategias de pesca más congruentes con las características poblacionales del recurso dentro de los sistemas lagunares y su respuesta a las

9. REYNA-CABRERA, I.E. 1976. El uso de las artes semifijas para la captura de camarón en Chiapas y su influencia sobre la pesquería. *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son., México, pp: 92-109.

variaciones de las condiciones ambientales inherentes.

### Agradecimientos

Los resultados aquí expuestos forman parte del proyecto Bases para la integración de un plan de manejo para la pesquería de camarón en el sistema lagunar Mar Muerto (Oaxaca- Chiapas), México, desarrollado con fondos SAGARPA-CO-NACyT; SAGARPA-2003-C01-210/A-1. A Nicolás Vite García y Eduardo Ramos Santiago su colaboración en los muestreos de campo. A los señores pescadores del Mar Muerto por permitir obtener información de sus artes de pesca y capturas. A Heldail A. Gil López y a los señores revisores anónimos por los comentarios y sugerencias que mejoraron el contenido.

### Literatura citada

- ALARCÓN F.T. y F. Arreguín-Sánchez. 1994. Selectividad de artes de pesca utilizadas para la explotación de camarón rosado *Penaeus duorarum* en aguas interiores de la región del Banco de Campeche, México. *Revista de Investigaciones Marinas* 15(1): 45-53.
- BJORDAL, A. 2005. Uso de medidas técnicas en la pesca responsable: regulación de artes de pesca. *En*: K.L. Cochrane (ed.). Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. *FAO Documento Técnico de Pesca*. Roma, FAO. 424. Cap. 2, pp. 49-67.
- CHIM, L.J. 1989. Consultoría en cultivo de camarón. 2<sup>da</sup> misión del 17/05/89 al 17/06/89 - Informe técnico de la serie FAO 5: 36p.
- DOF. 1997. NOM-002-PESC-1993. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-002-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los estados unidos mexicanos. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 10p.
- FLORES-HERNÁNDEZ, D. y J. Ramos-Miranda. 2004. Las pesquerías artesanales en el Golfo de México. *En*: E. Rivera-Arriaga, G. J. Villalobos-Zapata, I. Azuz-Adeath y F. Rosado-May (eds.). *El Manejo Costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo, pp: 541-550.
- GARCÍA, S. y L. Le Reste. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenamiento de las poblaciones de camarones peneidos costeros. *FAO Documento Técnico de Pesca* 203: 180p.
- GARCÍA, Z.A. y J.A. Heredia, Q. 2003. Estudio de la selectividad en las redes de arrastre camaroneras del Pacífico Mexicano (Sección del cuerpo). *En*: INP. 2003. *Selectividad de sistemas de pesca de arrastre para camarón, implicaciones para el ordenamiento pesquero*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. México, pp: 39-56.
- GRANDE-VIDAL, J.M. y A. Arias U. 1991. Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaroneras utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sin. *Ciencia Pesquera* 8: 83-106.
- HENDRICKX, M.E. 1995. Camarones. *En*: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. FAO. Roma, Italia, pp: 417-537.
- HOVGÅRD, H. y H. Lassen. 2000. Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys. *FAO Fisheries Technical Paper* 397: 84p.
- INP. 2003. *Selectividad de sistemas de pesca de arrastre para camarón, implicaciones para el ordenamiento pesquero*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. México. 83p.
- KAPETSKY, J.M. 1982. Consideraciones para la ordenación de las pesquerías de lagunas y esteros costeros. *FAO Documento Técnico de Pesca* 218: 49p.
- LLUCH-BELDA, D. 1975. Selectividad de las redes de arrastre camaroneras en el Pacífico mexicano. *Serie Científica Instituto Nacional de Pesca México* 6: 24p.
- MASSUTÍ, E., B. Guijarro, R. Mas y M.M. Guardiola. 2005. Selectividad de artes de arrastre en aguas de Mallorca (Illes

- Balears). *Informe Técnico Instituto Español de Oceanografía* 184: 58p.
- MEDINA-REYNA, C.E. 1999. La retención de las artes de pesca de camarón como indicador de la estrategia pesquera en la laguna Mar Muerto de Oaxaca. *Ciencia y Mar* 7: 13-22.
- MILLAR, R.B. y R. Holst. 1997. Estimation of gillnet and hook selectivity using log-linear models. *ICES Journal of Marine Science* 54: 471-477.
- MURRAY, R.S. 1970. *Teoría y problemas de Estadística*. Serie de Compendios Schaum. McGraw-Hill. México. 357p.
- MYERS, R.A. y J.M. Hoening. 1997. Direct estimates of gear selectivity from multiple tagging experiments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 1-9.
- NATES, S.F. y D.L. Felder. 1999. Growth and maturation in the burrowing mud-shrimp *Lepidophthalmus sinuensis* Lemaitre and Rodrigues 1991 (Crustacea, Decapoda, Callinassidae), a burrowing pest in shrimp mariculture ponds. *Fishery Bulletin US* 97: 526-541.
- POPE, J.A., A.R. Margetts, J. Hamley y E.F. Akyüz, 1983. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. FAO *Documento Técnico de Pesca* 41(1): 1-56.
- RAMOS-CRUZ, S. 2000. Composición por tallas, edad y crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Natantia: Penaeidae), en la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* 48(4): 873-882.
- SCHULTZ-RUIZ, L.E., J. Jesús Rivas V. y C.A. Severino-Hernández. 2002. Pesquería de camarón. En: *La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. Instituto Nacional de la Pesca, Universidad Veracruzana, SAGARPA. México, pp: 195-201.
- SEPESCA. 1990. *Bases para el ordenamiento costero-pesquero de Oaxaca y Chiapas (Aspectos generales)*. Secretaría de Pesca, México. 219p.
- SPARRE, P. y S.C. Venema. 1997. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca 306.1 Rev. 2: 420p.
- TORRES-HERNÁNDEZ, P. 2009. Crecimiento de juveniles de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en el sistema lagunar Cabeza de Toro-La Joya-Buenavista, Chiapas, México. Tesis de Maestría. Universidad del Mar. 99p.
- ZAR J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall. 123p.

*Recibido: 30 de abril de 2010.*

*Aceptado: 13 de octubre de 2010.*