



Protocolo para la evaluación de la selectividad de trampas experimentales para la pesquería de verdillo (*Paralabrax nebulifer*)



Mayo, 2025

Contenido

Introducción.....	1
Objetivo general	1
Objetivos específicos	2
Diseño Experimental	2
Variables y tratamientos	2
Unidad de muestra y tamaño muestral	4
Despliegue de Trampas	4
Variables Medidas	5
Análisis Estadístico	6
Consideraciones.....	7
Bibliografía.....	8

Introducción

La pesquería de verdillo (*Paralabrax nebulifer*) constituye una actividad de importancia regional en comunidades costeras del noroeste de México, especialmente en zonas de Baja California y Baja California Sur, donde representa un componente relevante de la pesca artesanal (Ramírez-Rodríguez et al., 2012).

Uno de los principales desafíos en la gestión sostenible de esta pesquería es la captura de individuos por debajo de la talla de madurez sexual (L_{50}), estimada en 32 cm de longitud total (Cota-Nieto, sin publicar) en la región de Punta Abreojos en Baja California Sur.

Una alternativa viable para aumentar la selectividad de las trampas consiste en modificar aspectos de su diseño, tales como la forma de la entrada y la instalación de dispositivos de escape (Bycatch Reduction Devices, BRDs), que permiten la liberación de individuos pequeños o no objetivo (Broadhurst, 2000; Eayrs, 2007). Diversos estudios han demostrado que la implementación de BRDs con aberturas adecuadas puede reducir significativamente la captura de juveniles sin afectar negativamente la eficiencia de captura de los adultos (Ahmad et al., 2022; Campbell et al., 2010). Sin embargo, los efectos de dichas modificaciones varían según la especie objetivo, el tipo de hábitat, y el comportamiento de escape de los peces (Matsuoka, 2021).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar experimentalmente el efecto de diferentes combinaciones de morfología de entrada (cuadrada, circular y rómbica) y luz de malla del dispositivo de escape (2×3", 3×3") en trampas para la captura de verdillo. Mediante un diseño factorial replicado espacialmente, se pretende identificar la configuración de trampa que maximice la proporción de individuos capturados con longitud total igual o superior a L_{50} .

Objetivo general

Evaluar la eficiencia de captura y la selectividad de diferentes diseños de trampas para la pesquería de verdillo (*Paralabrax nebulifer*), con el fin de identificar la combinación óptima de morfología de entrada (circular, cuadrada y rómbica) y dimensiones del dispositivo de

escape (2×3", 3×3") que maximice la proporción de individuos capturados con longitud total igual o superior a L_{50} (32 cm).

Objetivos específicos

1. Comparar la tasa de captura total e individual por tipo de trampa.
2. Evaluar la selectividad de cada diseño de trampa en función del tamaño de los individuos capturados.
3. Estimar la proporción de individuos capturados con longitud ≥ 32 cm (L_{50}) para cada combinación de diseño de entrada y dispositivo de escape.
4. Identificar el diseño de trampa más eficiente y selectivo para promover la sostenibilidad del recurso.

Diseño Experimental

Variables y tratamientos

El experimento se basará en un diseño factorial que considera dos factores relacionados con el diseño de las trampas:

- **Forma de la entrada:** Circular, cuadrada y rómbica (Figura 1).

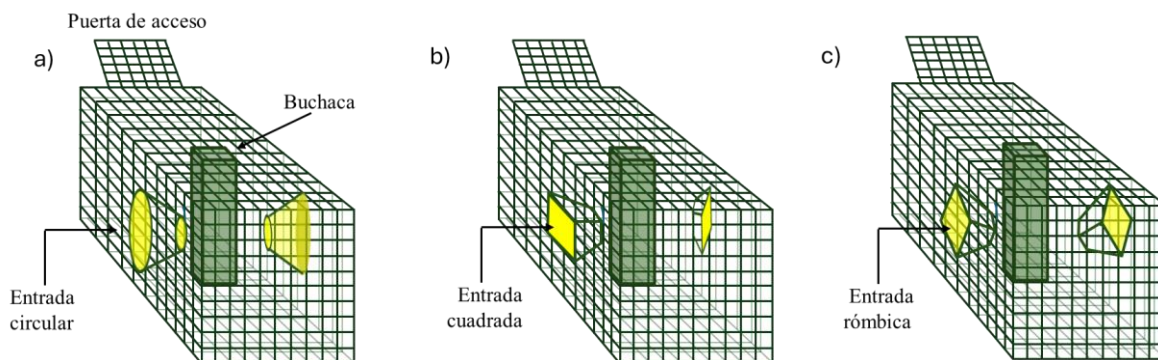


Figura 1. Estructura de la trampa verdillera. a) Trampa tradicional con malla de 2x2" y entrada circular, b) trampa tradicional modificada con entrada cuadrada, c) trampa tradicional modificada con entrada rómbica.

- **Tamaño del dispositivo de escape:** Dos tamaños de luz de malla experimentales 2×3" y 3×3", instalados en la cabecera de las trampas (Figura 2).

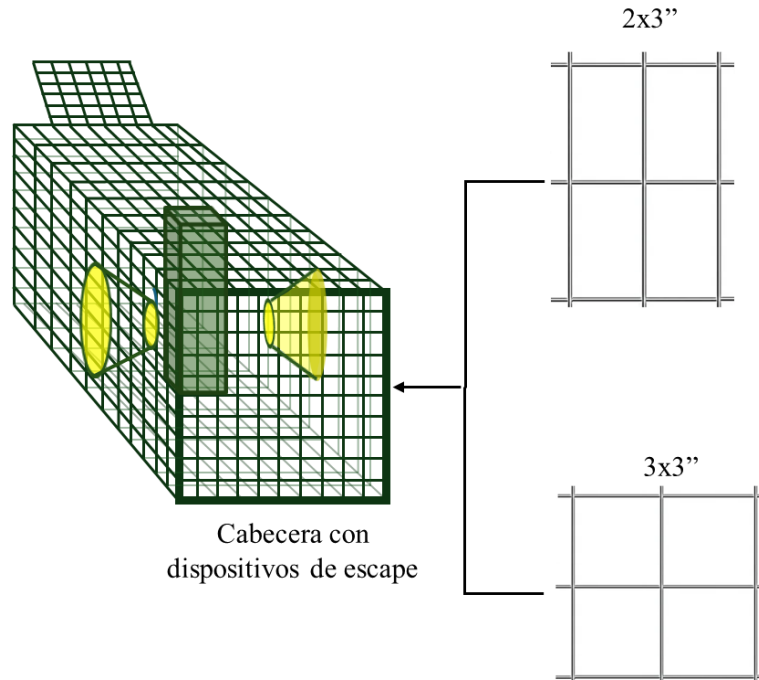


Figura 2. Ubicación y medidas de los dispositivos de escape.

Cada trampa será construida con malla de alambre galvanizado con cubierta plástica de 2×2" (luz de malla estándar en la zona) y grapas biodegradables, sobre la cual se instalarán los diferentes dispositivos de escape en una de las cabeceras y las formas de entrada. Se incluye como tratamiento (T_0) la trampa convencional utilizada por los pescadores, equipada con entrada circular y sin dispositivo de escape, la cual será modificada para incorporar todas las combinaciones de tratamiento.

Este diseño genera un total de 9 combinaciones experimentales (3 formas de entrada × 2 tamaños de escape y una trampa control) (

Tabla 1)

Tabla 1. Claves de identificación para cada tratamiento por tipo de entrada y dispositivo de escape.

Entrada Dispositivo de escape	Circular	Cuadrada	Rómbica
2x2"	T1	T2	T3
2x3"	T4	T5	T6
3x3"	T7	T8	T9

Unidad de muestra y tamaño muestral

Para controlar la variabilidad espacial del entorno marino (como estructura del fondo, corrientes o disponibilidad de peces), se empleará un diseño de bloques completos al azar:

- Bloques espaciales: Se seleccionarán dos zonas de pesca representativas del área de estudio, una cercana a la costa y otra alejada que cuenten con condiciones diferentes de profundidad.
- Réplicas por bloque espacial: En cada sitio de pesca se desplegarán 4 lances de 9 tratamientos por tres días, resultando un total de 108 lances por sitio y un total de 216 unidades experimentales por ambos sitios de pesca (2 sitios de pesca x 9 tratamientos x 4 lances x 3 días)
- Las posiciones de las trampas dentro de cada bloque se asignarán aleatoriamente.

Despliegue de Trampas

Para garantizar la estandarización del esfuerzo de pesca y la comparabilidad entre tratamientos, se ha definido un tiempo fijo de operación de las trampas. Cada trampa será desplegada durante un período estándar de 40 minutos, permitiendo así evaluar el desempeño relativo de cada diseño bajo condiciones controladas de exposición.

El experimento se llevará a cabo utilizando dos embarcaciones, que operarán de manera simultánea en dos sitios de pesca previamente seleccionados. Esta estrategia busca cubrir espacialmente los bloques experimentales en paralelo, optimizando el tiempo de operación y asegurando replicabilidad bajo condiciones ambientales similares.

Se empleará una carnada homogénea, tanto en especie como en cantidad, en todas las trampas, a fin de eliminar posibles sesgos asociados a diferencias en el poder de atracción.

Para reducir el efecto de las variaciones locales, como cambios en el relieve del fondo, corrientes o presencia de estructuras, se implementará una rotación diaria de las posiciones de las trampas dentro de cada bloque experimental. Esta rotación permitirá una mejor representación del entorno y una distribución más equitativa del esfuerzo de pesca.

Durante cada despliegue se realizará un registro de variables ambientales clave, tales como la temperatura del agua y la turbidez, con el objetivo de evaluar su posible influencia sobre los niveles de captura y entender mejor las condiciones del entorno en cada ensayo.

El experimento tendrá una duración de tres días por cada maniobra, realizándose dos maniobras en un año: una durante la temporada alta de capturas y otra en temporada baja. Esto permitirá incorporar el efecto de la temporalidad en la interpretación de los resultados, considerando posibles variaciones biológicas y ambientales entre periodos.

VARIABLES MEDIDAS

Durante la recuperación de las trampas, se registrarán los siguientes datos por unidad experimental:

- Número total de individuos de verdillo capturados.

- Número de individuos con longitud total ≥ 32 cm (L_{50}).
- Proporción de individuos grandes:

$$\text{Proporción} = \frac{\text{No de individuos} \geq 32 \text{ cm}}{\text{Total de organismos capturados}}$$

- Especies acompañantes capturadas y su abundancia relativa.
- Condiciones ambientales durante el despliegue (temperatura, salinidad, turbidez).

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos serán analizados mediante un enfoque estadístico mixto y robusto que permita evaluar tanto los efectos fijos de los tratamientos como la variabilidad inherente al entorno experimental. El objetivo principal es identificar diferencias estadísticamente significativas en la selectividad de las trampas, expresada como la proporción de individuos capturados con longitud total igual o superior a 32 cm (L_{50}).

ANOVA factorial

Inicialmente, se aplicará un análisis de varianza (ANOVA) factorial de dos vías para examinar los efectos principales de:

La forma de la entrada (cuadrada, circular y rómbica),

El tamaño del dispositivo de escape (2×2", 2×3", 3×3"), así como su interacción (Forma × Escape) sobre la proporción de organismos.

Modelo lineal generalizado (GLM binomial)

Dado que la variable de interés es una proporción (número de individuos ≥ 33 cm sobre el total capturado), se ajustará también un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución binomial y función de enlace logit, que modela directamente los conteos de éxitos (número

de organismos grandes) y fracasos (número de organismos pequeños) para cada unidad de muestreo.

Comparaciones múltiples

En caso de detectarse efectos significativos en los factores principales o su interacción ($p < 0.05$), se realizarán comparaciones múltiples post-hoc utilizando corrección de Bonferroni o métodos equivalentes, con el objetivo de identificar qué combinaciones de tratamientos difieren significativamente entre sí.

El tratamiento considerado óptimo será aquel que:

- Presente la mayor proporción media de individuos con longitud ≥ 32 cm, evaluada con intervalos de confianza al 95%
- Muestre eficiencia práctica en la captura total (rendimiento)
- Y mantenga niveles bajos de captura incidental (bycatch).

Consideraciones

- Después de su construcción las trampas serán sumergidas en la costa para eliminar residuos que pudieran afectar su funcionamiento, según comentarios realizados por los pescadores el funcionamiento de las trampas se ve afectado cuando estas son de nueva fabricación, lo que se soluciona después de algunas veces de utilizarse.
- Se fabricará una trampa extra por cada uno de los tratamientos para prever posibles daños o pérdida de alguna trampa que pueda afectar el desarrollo del experimento

Bibliografía

- Ahmad, N., Abdul-Razak, M., Ali, A., & Basir, F. (2022). Effectiveness of escape gaps in traps for improving size selectivity and reducing juvenile catch. *Fisheries Research*, 246, 106186.
- Broadhurst, M. K. (2000). Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: A review and framework for development. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(1), 27–60.
- Campbell, M. J., Sumpton, W. D., & Kirkwood, J. M. (2010). Effects of escape gaps on bycatch and target species in crab traps. *Marine and Freshwater Research*, 61(4), 356–363.
- Eayrs, S. (2007). A guide to bycatch reduction in tropical shrimp-trawl fisheries. FAO Fisheries Technical Paper No. 516. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Martínez-Andrade, F., Arreguín-Sánchez, F., & Solís-Ramírez, M. J. (2020). Análisis de la pesquería artesanal en el Pacífico mexicano: retos y perspectivas. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 55(2), 337–351.
- Matsuoka, T. (2021). Selectivity and behavioral response of fish to fishing gear: an overview of recent studies. *Fisheries Science*, 87, 571–584.
- Ramírez-Rodríguez, M., Ojeda-Ruíz, M., & Lluch-Cota, S. (2012). Artisanal fisheries in Baja California Peninsula: A regional review. *Ocean & Coastal Management*, 55, 73–83.