



**Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura**  
**Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola**  
**Departamento de Investigación**

**Nuevas alternativas para la pesca responsable de camarón en el  
océano Pacífico costarricense, 2022-2023**

Puntarenas, setiembre de 2022

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

## I. Índice general

II. Lista de abreviaturas y símbolos.....	1
1. Identificación del proyecto.....	5
2. Marco metodológico .....	5
2.1. Muestreo .....	10
2.1.1. Estratificación del muestreo .....	10
2.1.2. Muestreo a bordo .....	11
2.1.2.1. Morfometría de la especie objetivo .....	12
2.1.2.1.1. Reproducción .....	13
2.1.2.2. Morfometría de las especies capturadas incidentalmente .....	14
2.1.3. Mapeo.....	14
2.2. Análisis de muestras en laboratorio.....	15
2.2.4. Morfometría y Estructura de tallas .....	16
2.2.5. Estructura sexual.....	17
2.2.6. Datos oceanográficos y climáticos.....	17
2.2.7. Análisis de fondos marinos .....	18
2.3. Análisis de datos .....	18
2.3.1. Análisis de la producción .....	20
2.3.2. Efectividad de las redes .....	20
2.3.3. Estructura de tallas.....	21
2.3.4. Proporción captura objetivo vs incidental .....	21
2.3.5. Biomasa explotable .....	22
2.3.6. Máximo Rendimiento Sostenible .....	23
2.3.7. Análisis reproductivo .....	24
2.3.8. Época reproductiva .....	24
2.3.9. Estructura sexual.....	25
2.3.10. Talla de primera madurez sexual.....	26
2.3.11. Mapeo.....	27
III. Bibliografía.....	27
IV. Anexos.....	37

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

## II. Lista de abreviaturas y símbolos

$\chi^2$	Chi cuadrado
₡	Unidad monetaria colones
≈	Aproximadamente
AC	Ancho de cefalotórax
B	Biomasa, o tamaño de la población en peso
b	Exponente de una relación talla-peso o pendiente de Tipo I (AM) de regresión lineal
B/R	Biomasa por recluta
B'/R	Biomasa relativa por recluta
C.V.	Coficiente de variación, es decir, C.V. = d/X (también expresado en %, es decir, CV = d • 100/X)
cm	Centímetros
CPUA	Captura por unidad de Área
CPUE	Captura por unidad de Esfuerzo
CVB	Curva de Von Bertalanffy de la función de crecimiento
E	Tasa de explotación; E = F / Z
ELEFAN I	Software de análisis pesquero
E <sub>max</sub>	Nivel de explotación que maximiza Y/R o Y'/R
F	Tasa instantánea de mortalidad por pesca
FACA	Fauna de acompañamiento del camarón; representa la captura incidental en su totalidad incluyendo a la captura incidental aprovechable como a la no aprovechable.
FAO	Organización de las Naciones Unidas
FISAT II	Software de análisis pesquero
g	Gramo
grupo + (Plus)	Grupo o grupos de edad que se aproxima infinitamente a la asíntota en la curva de crecimiento y que no permite la separación de las diversas edades consecutivas
HO	Hembras ovígeras
HSH	Hembras sin portación de huevos
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INCOPESCA	Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
K	Velocidad de crecimiento o parámetro de curvatura de la CVB
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
L	"Longitud" de un pez, camarones, etc. (talla en sí se define de manera diferente, dependiendo de lo que se mide: TL, SL, FL, etc.). Promedio de longitud, calculado a partir de L'

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

	hacia arriba significa el promedio de dos o más longitudes, por ejemplo, la media de la longitud en el mercado y recaptura
L <sub>25%</sub>	Longitud a la cual el 25% de los organismos será vulnerable al aparejo de pesca (selección de la izquierda) o longitud a la que el 25% de las hembras se encuentran maduras.
L <sub>50%</sub>	Longitud a la cual 50% de los organismos será vulnerable al aparejo de pesca (selección de la izquierda) o longitud a la que el 50% de las hembras se encuentran maduras.
L <sub>75%</sub>	Longitud a la cual el 75% de los organismos será vulnerable al aparejo de pesca (selección de la izquierda) o longitud a la que el 75% de las hembras se encuentran maduras.
LC	Longitud Cefalotorácica
LC-AC	Relación morfométrica entre la longitud cefalotorácica y el ancho del cefalotórax.
LC-Pco	Relación morfométrica entre la longitud cefalotorácica y el peso de cola.
LC-PT	Relación morfométrica entre la longitud cefalotorácica y el peso total del organismo.
LFQ	Agrupación de las frecuencias de tallas; siglas en inglés de Grouped length frequencies.
LT	Longitud Total
LT-LC	Relación morfométrica entre la longitud total y la longitud cefalotorácica.
L <sub>∞</sub>	Longitud asintótica, es decir, la longitud (promedio) que una determinada población alcanzaría si fueran a crecer para siempre
M	Tasa instantánea de mortalidad natural, es decir, debido a todas las causas, menos pesca
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
mm	Milímetros
MPA	Análisis modal de progresión de clase
MRS	Máximo rendimiento sostenible
MRS biológico	Máximo rendimiento biológico o punto de máximo aprovechamiento sin generar daño al recurso o biomasa a la cual ocurre el RMS
MRS económico	Máximo rendimiento biológico o punto de máximo aprovechamiento sin generar pérdidas económicas o valor de la máxima diferencia positiva entre los ingresos y los costos

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

n	Número de elementos en una muestra, el número de casos investigados, etc.
N	Número de organismos en una clase de tamaño determinado de una muestra de captura o se refiere a los campos numéricos, es decir, indica que sólo se pueden introducir números
N <sub>t</sub>	Número de organismos en el grupo de mayor edad de una cohorte o de la población ("población terminal")
O	Licencia que permite la captura de Camarón y fauna de acompañamiento
OES	Licencia que permite la captura Camarón, fauna de acompañamiento, escama (excepto dorado) y tiburón
p	Probabilidad estadística o probabilidad de captura o aparición en el caladero
PT	Peso Total
PTXS	Licencia que permite la captura de camarón de profundidad, atún, pez espada, tiburones pelágicos, fauna de acompañamiento
QGIS	Software de sistema de información geográfica
r	Producto-momento coeficiente de correlación
R	Software libre de análisis estadístico
R <sup>2</sup>	Coeficiente de determinación o proporción de la varianza total de la variable explicada por la regresión
S'/R	Relación entre la biomasa explotable y reclutamiento
SI	Flota semiindustrial
Stock	Componente de la población que es explotado
t	Un tiempo determinado o la edad (normalmente expresada en años) o edad absoluta de un pez, por ejemplo, como se estima a partir de anillos de otolitos diarias o edad correspondiente a LT
T	Temperatura hábitat anual en °C
TBR	Tasa de biomasa relativa
t <sub>0</sub>	"Edad" que habría tenido en la longitud cero, si siempre hubieran crecido de acuerdo con la CVB; tiene generalmente un valor negativo, no suele expresar "el crecimiento prenatal"
VBGF	Función Von Bertalanffy, ya sea en su forma original o estacionalmente oscilante
VPA	Análisis de Población Virtual que representa el peso medio en las muestras de captura, calculadas a partir de W' al incrementar el peso medio de los organismos dentro de una clase determinada longitud

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

$Y/R$	Rendimiento por recluta
$Y'/R$	Relación entre producción y reclutamiento o rendimiento relativo por recluta
$Y/R_{max}$	Rendimiento máximo por recluta que puede realizarse en un régimen de pesca determinada
$Z$	Tasa instantánea de mortalidad total
$\Delta L$	Incremento de longitud; o la anchura de clase de longitud en los datos agrupados; o la diferencia entre dos tallas medias sucesivas
$\Delta L/\Delta t$	La tasa de crecimiento expresado como diferencia
$\Delta t$	Diferencia temporal, por ejemplo, el tiempo promedio que necesita un pez para crecer desde el límite inferior hasta el superior de una clase de longitud
$\Sigma$	Signo de sumatoria

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

## 1. Identificación del proyecto

Nombre del proyecto: Nuevas alternativas para la pesca responsable de camarón en el pacífico costarricense, 2022-2023

## 2. Marco metodológico

Durante un periodo de dos años, se contarán con ocho (8) permisos de investigación para embarcaciones nacionales tipo florida adaptadas para pesca de camarón de profundidad, en donde dos de estas embarcaciones principalmente dirigidas a pescar camello y las otras seis embarcaciones a Pinky, Fidel y camellito.

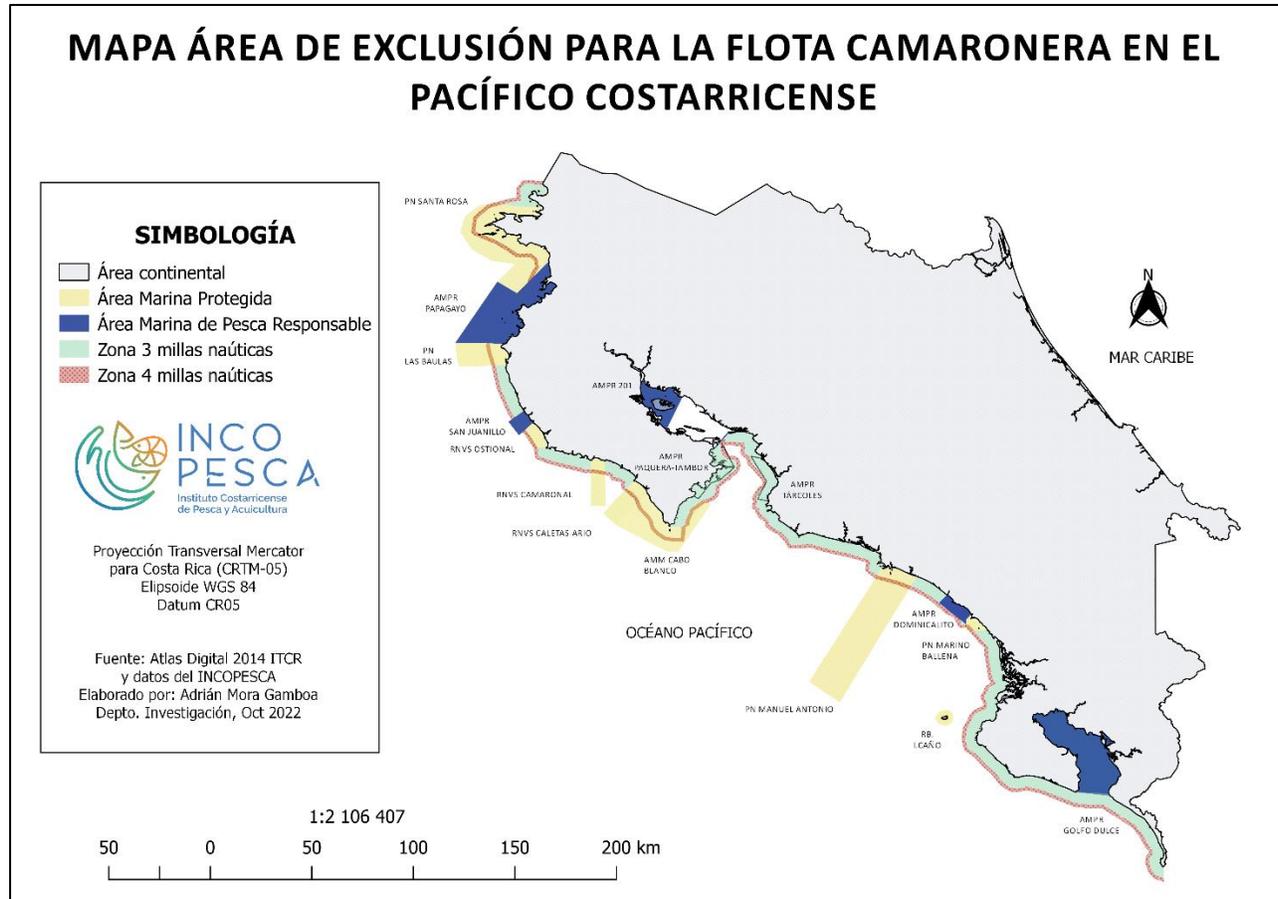
Estas embarcaciones estarán realizando una investigación en camarones de profundidad y las faenas de pesca a partir de las 4 millas de la costa Pacífica de Costa Rica y entre las latitudes 8° y 11° N (Figura 1) dependiendo de la plataforma marina las profundidades oscilarán acorde a cada especie objetivo (Cuadro 1), a una velocidad promedio de arrastre de dos nudos. Los viajes de pesca durarán alrededor de 12 días; y las faenas de pesca serán de una hora (Fidel y Camellito) a dos horas (Pinky) efectivas de arrastre por aproximadamente nueve días de lances efectivos (33 lances) (Hendrickx 1995, Chacón *et al.* 2007, Wehrtmann & Echeverría-Sáenz 2007); todo en concordancia con los sistemas regulares para pesca comercial de camarón de profundidad.

**Cuadro 1.** Profundidad teórica de captura para las especies objetivo en el proyecto.

Nombre común	Nombre científico	Profundidad (m)
Pinky	<i>Penaeus brevirostris</i>	35-120
Fidel	<i>Solenocera agassizii</i>	120-350
Camellito	<i>Heterocarpus vicarius</i>	350-750
Camello Real	<i>Heterocarpus affinis</i>	750-1200

Fuente: Fisher *et al.* (1995), Chacón *et al.* (2007).

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación



**Figura 1.** Mapa área de exclusión para la flota camaronera en el Pacífico costarricense.

Las embarcaciones que serán utilizadas en la investigación en general tienen motor estático de 272 HP y capacidades de 86,9 toneladas (TRB) y de 27,2 toneladas (TRN). Acorde a Bolaños (2005), Chacón *et al.* (2007), el principal material de construcción de las embarcaciones es metal o madera y su autonomía va de los 15 a 30 días de viaje; cuentan con rangos de dimensiones adecuadas a la zona donde se ejerce la pesquería y con características parecidas de eslora, motor y capacidad para realizar la pesca de camarón de profundidad.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

Son embarcaciones tipo Florida, que se faenan utilizando como arte de pesca dos redes de arrastre de fondo a un mismo tiempo (una red a babor y la otra a estribor), tales redes son de tipo semi-balón, con características incluidas en el Cuadro 2.

Se usará la red doble AA Costa Rica, caracterizada en el Cuadro 2 y Figuras 2 y 3. Se realizarán 33 lances en cada viaje, haciéndose dos viajes por mes. Cada viaje será realizado sólo en una de las tres zonas mencionadas.

**Cuadro 2.** Detalle de las redes a usar durante la investigación.

Características	Tipo de red AA
	Experimento 2
Material del DET	Aluminio
Abertura entre barras de DET	4"
Barras del DET	Planas
Material del DEP ojo de pescado	Acero inoxidable o aluminio
Medidas del DEP ojo de pescado	Abertura de 320 mm, altura de 220 mm, profundidad del vértice de 440 mm
Alto Red en la faena de pesca (m)	2,75
Altura mecate del calón (m)	2
Área de la malla cuadrada (m)	0,7x0,7
Circunferencia de Copo (mallas)	150
Distancia entre Doble relinga (m)	0.25
Distancia entre tirantes de la doble relinga (m)	0,62
Longitud de copo (m)	5
Longitud Rabizas (m)	0,75
Longitud Red (m)	22,6
Longitud Relinga inferior (m)	24,4
Longitud Relinga superior (m)	19,8
Luz de la malla cuadrada	6"
Luz de malla copo	1,75"
Luz de malla cuerpo	2"
Material Red	Polietileno
Tamaño de lado de la cada malla de la malla cuadrada	4"x4"
Tipo de Relinga Inferior	Doble

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

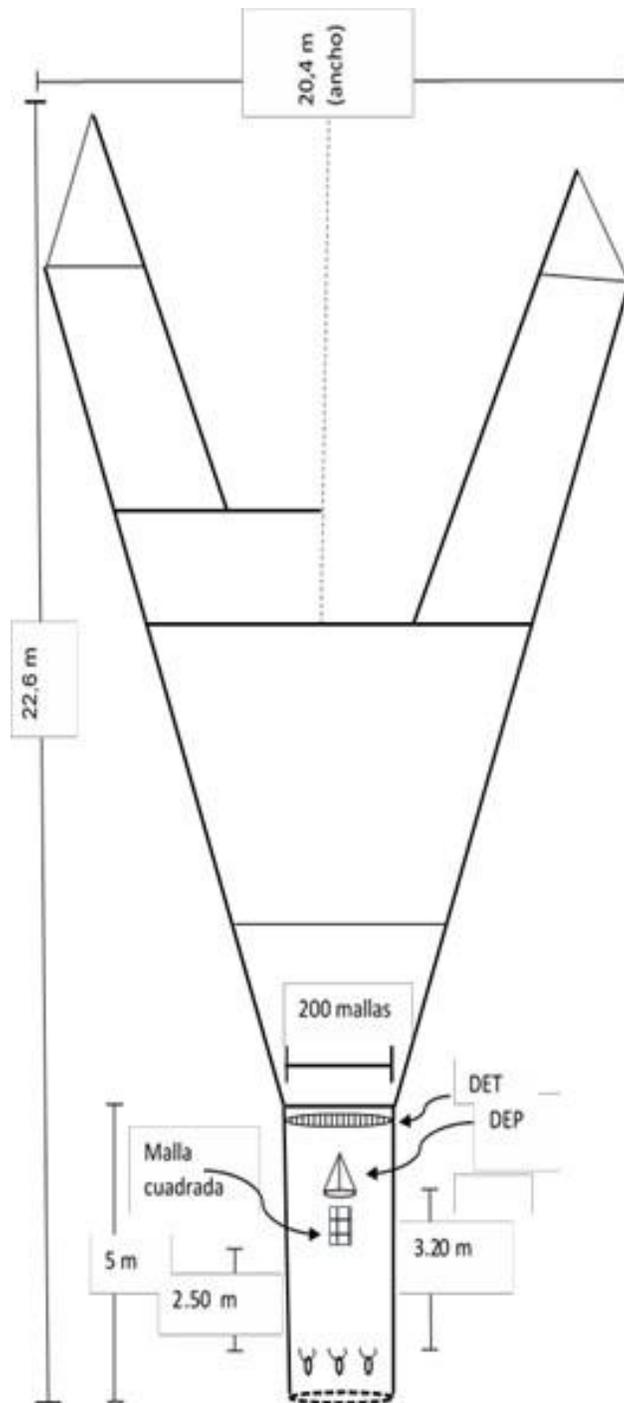
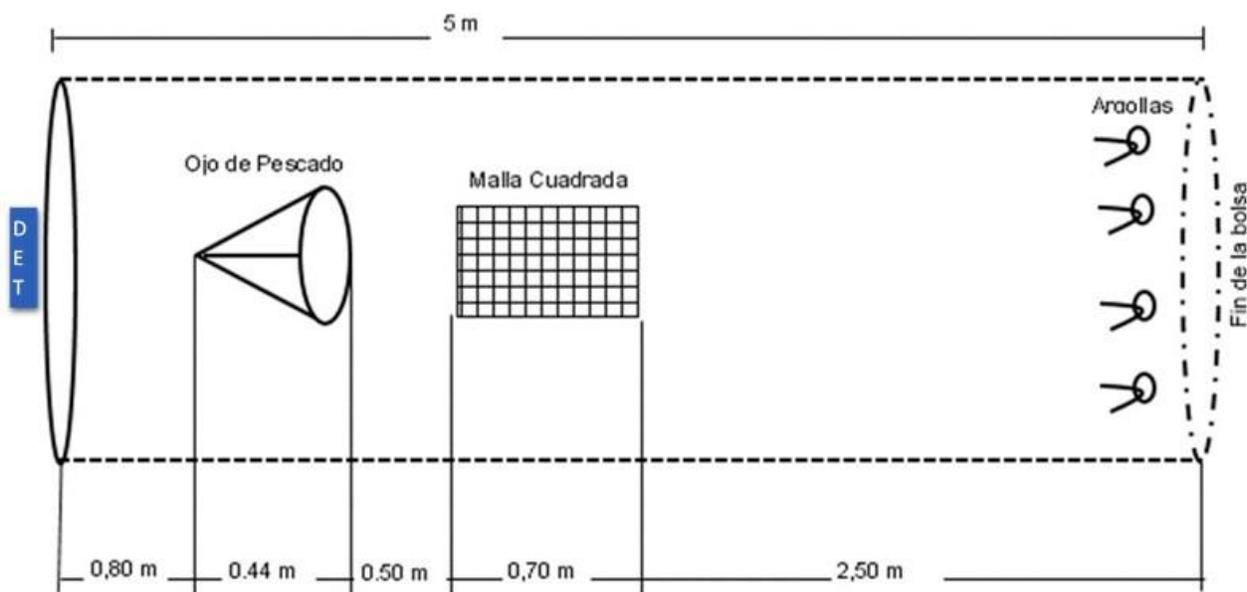


Figura 2. Esquema detallado de la red AA Costa Rica.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación



**Figura 3.** Ubicación de los DEP en el copo de la red.

Además, con la intención de dar una gestión propicia a los stocks de camarón en estudio se usará un sistema de captura en el cual los caladeros de pesca serán demarcados, georreferenciados y delimitados con geocercas mediante el uso de Sistemas de Información Geográficos (SIGs). Tales caladeros en operación de pesca serán los que se ubiquen exclusivamente fuera de las 4 millas náuticas (3 millas náuticas desde la costa que son usadas por la flota artesanal de pequeña escala y una milla náutica utilizada como amortiguamiento entre ambas franjas de pesca). Las zonas entre caladeros serán aprovechados como áreas de conservación para diversos aspectos de la biodiversidad marina, generando con esto una mejora en la protección, uso e investigación de esas zonas.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

## 2.1. Muestreo

### 2.1.1. Estratificación del muestreo

Se realizará un muestreo estratificado aleatorio para la obtención de las muestras en los sitios que tradicionalmente han sido empleados para la pesca comercial de estas especies, esto con la intención de contar con una mejor representatividad espacial como temporal de las capturas y la información biológica conexas. De tal forma se tratará de abarcar el Pacífico de Costa Rica, dividiéndolo en dos unidades de manejo en el Pacífico de Costa Rica (1. Pacífico Norte, 2. Pacífico Central y Sur), como estratos principales junto a las profundidades teóricas de presencia de las especies (Cuadro 1). Además, se estratificará por estaciones del año y sus etapas intermedias (Época lluviosa, interfase lluviosa-seca, época seca e interfase seca-lluviosa).

Este muestreo estratificado aleatorio de las capturas permitirá la estratificación según producción, regiones, estaciones y batimetría, así como el análisis por sexos separados de las muestras biológicas.

Se ejecutarán 33 lances efectivos por viaje, por periodos regulares de 1-2 horas de arrastre efectivo durante el día o la noche, esto concordante con la biología de la especie objetivo, su forma tradicional de pesca y los registros históricos de producción; para obtener un muestreo representativo y adecuado. Siguiendo a Marín *et al.* (2019), se efectuarán lances efectivos (desde el momento en que el arte inicia el arrastre en el fondo hasta que se retira del fondo) de corta duración y concordantes con la producción esperada, que no deberán superar las dos horas. En cada uno de los lances se determinarán los porcentajes de exclusión de Faca en relación a la producción de camarón.

Para el registro de datos se utilizarán los formularios presentados en el anexo 2. Para las mediciones a bordo se utilizará un pie de rey (vernier) en milímetros con una

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

incertidumbre de  $\pm 0,5$  mm, así como una cinta métrica en centímetros con una incertidumbre de  $\pm 0,05$  cm; y, para los pesos se empleará una balanza mecánica en kilogramos con una incertidumbre de  $\pm 0,25$  kg; por lo que pesos inferiores para evitar que sean estimaciones, implicará el incrementar el tamaño de la muestra al doble o triple. Para la toma de datos en laboratorio se empleará un pie de rey (vernier) en milímetros con una incertidumbre de  $\pm 0,5$  mm y una balanza digital en gramos con una incertidumbre de  $\pm 0,05$  g.

### 2.1.2. Muestreo a bordo

Acorde a Steele *et al.* (2002), el camarón de ambas redes se separará en canastas (tanto juveniles como adultos; tanto de la especie objetivo de la pesquería como de otras especies de camarones comerciales que aparezcan en la captura) y se pesará (con cabezas y vísceras), registrándose aparte; mientras, el total de Faca restante será mezclado, luego de la separación del camarón, mediante el uso de palas, para así lograr obtener homogeneidad y representatividad en términos de composición y abundancia (Marín, 2009).

Dado que no es viable el analizar el volumen de Faca total por el limitante en tiempo de la investigación, la muestra se obtiene de diferentes secciones del total de la Faca; así, el tamaño de la muestra será el volumen máximo (hasta el borde superior de la canasta) a colocarse en una canasta de 25 L (0,025 m<sup>3</sup>), y el peso será medido en cada ocasión. La variabilidad de dichos pesos dependerá de las diferencias en composición de organismos pesados.

Luego, el resto de la muestra de Faca será separada por morfoespecies o grupos de especies (peces, crustáceos, moluscos y otros), procediéndose a pesar la totalidad de cada grupo por aparte, y posteriormente se procederá con el correspondiente conteo y

## Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola Departamento de Investigación

pesado de la especie de mayor abundancia (peso o cantidad) dentro de cada grupo de la muestra.

En todos los casos la identificación de los organismos se realizará a nivel taxonómico inferior posible, siguiendo los trabajos de Fischer *et al.* (1995), Bussing y López (2011) y Robertson y Allen (2015); para tal efecto se procede primero a la identificación de morfo especies, categorización en familias y luego la separación de las especies identificables; aquellas especies no usuales, raras o bien no identificables serán fotografiadas y se traerá una muestra al laboratorio para la confirmación de la identificación.

Luego, de una muestra de 33 especímenes de las especies de más abundancia (tanto en número como en peso), enfatizándose en la recolecta de especímenes de diversas tallas, entre todas las de la Faca de todo el lance se realizará el pesado conjunto y la medición individual (LT o LH en peces, LID en tiburones, LT y A en Rayas, LC en crustáceos, h, l y a en moluscos y LM en cefalópodos) (Delancey *et al.* 2000, Al-Baz y Chen 2014). En el caso de contar solo con morfoespecies, siendo estas abundantes se procederá como cualquier especie. Finalmente, en el caso de especímenes visiblemente abundantes, pero escasos en la muestra y corroborar la determinación de su abundancia, se procederá asegurando la homogeneidad de la Faca e incrementando el tamaño de muestra al triple de la misma (75 L), para confirmar si con el incremento de la muestra se genera una variación en el resultado esperado y el observado.

### **2.1.2.1. Morfometría de la especie objetivo**

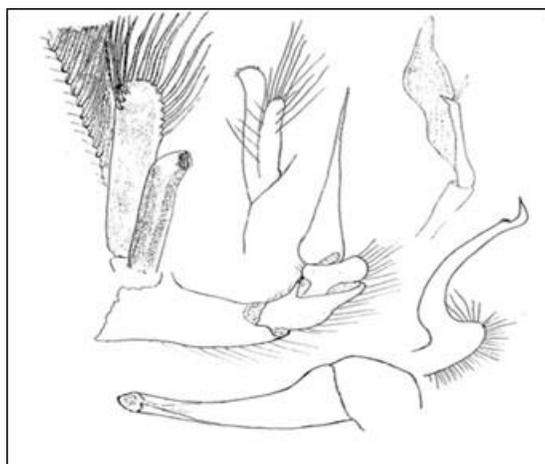
Adicionalmente en cada lance, se separarán 33 individuos de cada sexo al azar de la pesca objetivo (camarón camellito, pinky o fidel), a los cuales se medirá la longitud del cefalotórax (midiendo desde el borde interno de la órbita del ojo hasta el borde distal del cefalotórax, con un vernier digital de incertidumbre  $\pm 0.05$  mm).

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

### 2.1.2.1.1. Reproducción

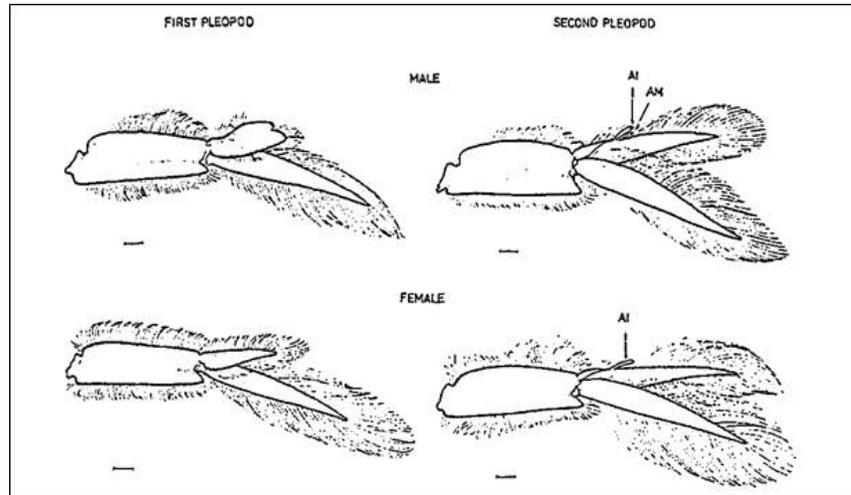
Se determinará el sexo con base en la presencia de petasma en el primer par de pleópodos para el caso de los machos y la ausencia de dicha estructura en las hembras. Además, se establecerá el estadio de madurez macroscópica para hembras siguiendo a Villalobos (2009) para fidel y a Girón-Montaño *et al.* (2016) para pinky.

El sexado en camellito será determinado con base en la presencia de petasma en el primer par de pleópodos para el caso de los machos y la ausencia de dicha estructura en las hembras; así mismo, los especímenes serán sexados por examen basado en la presencia (macho) o ausencia (hembra) del apéndice masculino en el segundo pleópodo y en la forma del endópodo de los primeros pleópodos (Zariquiey Álvarez 1968; King y Moffitt 1984, Thessalou-Legaki, 1989), como se muestra en las Figuras 4 y 5; esto por cuanto en la región esternal de los pleonitos I a V se insertan los apéndices abdominales o pleópodos, siendo que en los machos, los dos primeros de estos cinco pares de pleópodos suelen estar modificados sexualmente, por lo que en ciertas especies, los pleópodos del segundo par de los machos llevan junto al apéndice interno (estilamblis), un tallo rígido con fuertes cerdas que es conocido como “apéndice masculino”. Además, se establecerá el estadio de madurez macroscópica para hembras.



**Figura 4.** Variaciones sexuales entre especies de la familia Pandalidae: Apéndice masculino y estilamblis del segundo pleópodo. Tomado de King y Moffitt (1984).

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación



**Figura 5.** Diferencias sexuales entre machos y hembras en el género *Heterocarpus*. Tomado de King y Moffitt (1984).

### 2.1.2.2. Morfometría de las especies capturadas incidentalmente

Siguiendo a Delancey *et al.* (2000) y a Al-Baz y Chen (2014), una vez subidas las dos redes en cubierta, después de cada lance de pesca, se procederá a analizar la captura conjunta para ambas redes. Primeramente, se realizará en su totalidad la separación, identificación y toma del peso de las especies de peces comerciales (congrios, cabrillas, pargos, corvinas u otras especies), al igual que de peces cartilagosos como rayas y tiburones; para ambos grupos se realizará pesado y medición individual (LT o LHorquilla en peces, LID en tiburones, LT y A en Rayas); lo anterior con el objetivo de efectuar una liberación pronta y disminuir la mortalidad de tales grupos que en los análisis serán incorporados como componente de la captura incidental.

### 2.1.3. Mapeo

Es importante anotar, que los caladeros de pesca se estarán georreferenciando durante el taller de una semana a realizar previamente con los capitanes que estarán participando

## Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola Departamento de Investigación

de la investigación y se registrará tal información (Anexo 1). Para esto, se hará consulta mediante entrevista a los capitanes de barco camarero, preparándose un mapa básico sustentado en conocimiento tradicional y luego se deberán de realizar arrastres en la zona determinada, para verificar las coordenadas geográficas del área. Esta información de mapas debe integrarse en un SIG.

Se realizará el muestreo estratificado aleatorio descrito previamente, basado en las isóbatas de profundidad para la obtención de la información, utilizando tanto zonas potenciales de captura como de los sitios que tradicionalmente han sido empleados para la pesca comercial. Esto con la intención de contar con una mejor representatividad espacial como temporal de las capturas y la información biológica conexas. La información requerida se obtendrá de los equipos instalados en las embarcaciones y serán recolectados en grados-minutos decimales (WGS84); esa información será incorporada de esa misma forma a la base de datos y al GIS.

Además, debe considerarse que como parte del seguimiento satelital mediante VMS todas las embarcaciones participantes serán monitoreadas en tiempo real para verificar que se mantienen operando en las zonas delimitadas y para obtener información relacionada sobre las faenas realizadas.

## 2.2. Análisis de muestras en laboratorio

### 2.2.1. Biometría.

Por otro lado, dado que no se puede pesar individualmente cada camarón en el barco, debido al movimiento y la sensibilidad de la balanza, en el lance final de cada viaje se tomará de ambas redes una muestra de aproximadamente un kg (aproximadamente 100 especímenes) de camarones, los cuales serán transportados al Laboratorio Húmedo del Inco pesca, para el correspondiente análisis a realizar por los observadores a bordo; a

## Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola Departamento de Investigación

estos especímenes se les realizará un análisis que incluya la longitud cefalotorácica, la longitud total, la longitud de cola, el sexado y estadio de madurez, pero incluyéndose el peso total y el peso de cola.

### **2.2.2. FACA.**

Así mismo, en cada viaje de pesca y de tres lances diferentes de tres sitios de muestreo diferentes, se traerá al laboratorio una canasta homogénea de muestreo (25 litros) de la Faca capturada, para una mejor identificación de las especies y ver sus aspectos biométricos y reproductivos.

### **2.2.3. Reproducción.**

A partir de la muestra de especímenes por viaje a analizar en laboratorio, de cada una de las especies a investigar, que debe realizarse durante el periodo de investigación, se obtendrá la información para poder conocer en qué meses se dan los picos de reproducción. Esta muestra se puntualiza que aunque es al azar debe representar la estructura de tallas capturadas, con el objetivo de obtener muestras de todas las tallas y así poder calcular lo más exactamente posible la talla de primera madurez sexual ( $L_{50\%}$ ). La muestra será conservada y transportada al laboratorio húmedo del IncoPesca para su análisis.

### **2.2.4. Morfometría y Estructura de tallas**

A cada individuo se le tomará el peso total y la longitud total; posteriormente, se quitará la cabeza (cefalotórax), se determinará su sexo y su estadio de madurez y se medirá la longitud del cefalotórax y su peso, y con estos datos se determinarán las relaciones

## Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola Departamento de Investigación

morfométricas correspondientes; para lo cual se usará un vernier calibrado en mm con incertidumbre de  $\pm 0,05$  mm y una balanza digital en g con incertidumbre de  $\pm 0,05$  g (los pesos se obtendrán a partir de las muestras analizadas en laboratorio). Para determinar la estructura de la población, composición de tallas, tallas mínimas y talla de reclutamiento se usará la longitud cefalotorácica (LC: medida desde el extremo postorbital hasta el extremo posterior del cefalotórax). Para el análisis de la frecuencia de tallas la información se usará una distribución de las clases medias con intervalos de un mm y un histograma. (Wenner 1972, García & Lhomme 1977, Marcille 1978, García & Le Reste 1986).

### **2.2.5. Estructura sexual**

Según Mejía (2018) para determinar la estructura y la proporción sexual mensual, se identificarán los sexos en las especies de camello real y camellito, para los individuos no ovígeros, al determinar con la presencia o ausencia del apéndice masculino del endopodito del segundo pleópodo y al examinar la forma de los endopoditos de los primeros pleópodos (King y Moffitt 1984) (Figuras 5 y 6). Para pinky y fidel se empleará para la diferenciación sexual la presencia o ausencia de petasma y télico, según el sexo correspondiente.

### **2.2.6. Datos oceanográficos y climáticos**

En concordancia con Mejía (2013) y Canales (2016), se incluirá en los mapas temáticos a partir de dos fuentes principales, la información de los factores ambientales (climáticos como oceanográficos). La primera será la descarga de la información MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) en el periodo de estudio desde la plataforma Giovanni de la NASA (<http://giovanni.gsfc.nasa.gov/>), tomándose como fuente los datos a bordo del satélite Acqua y descargando los datos de temperatura superficial, sólidos

## Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola Departamento de Investigación

disueltos, clorofila y carbón inorgánico particulado. Además, otra información de parámetros ambientales será obtenida de fuentes varias (Instituto Meteorológico, entre otros) para los periodos de faenas: mareas, temperatura ambiental, velocidad de viento, dirección del viento, precipitación, ciclo lunar.

### **2.2.7. Análisis de fondos marinos**

El análisis de fondos marinos es una de las propuestas para el presente estudio, sin embargo, los detalles de esta actividad se incluirán en el momento de contratación del geólogo marino, en donde se tendrá como objetivo estudio de la composición de los fondos empleados durante las faenas de la pesca, su estructura y su ubicación espacial (latitud, longitud y profundidad) que permitirán caracterizar las zonas y tipo de fondo que se usa en la pesquería de camarón.

## **2.3. Análisis de datos**

Los datos se almacenarán en Office Excel y los análisis de datos estadísticos (paramétricos como no paramétricos) se realizarán usando R 4.2.1 "Funny-Looking Kid". Algunos análisis de orden pesquero se realizarán en Office Excel 2019 en plantillas diseñadas para cada caso. Se usará la información de las estructuras de tallas para su análisis en Fisat II y la obtención de parámetros biológico-pesqueros del stock. La información geográfica se visualizará y analizará usando QGIS 3.26.3 "Buenos Aires".

En concordancia con Fuls y McEachron (2002) y Manjarrés *et al.* (2008), antes de realizar el análisis de datos se realizarán las pruebas de normalidad requeridas como la de Shapiro-Wilk o Kolmogorov y la de homogeneidad de varianzas (heterocedasticidad) de

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

Levene; mientras, la esfericidad o ciclicidad ( $\alpha= 0.05$ ) se contrastará mediante la prueba de Mauchly.

En caso de que estos supuestos no se cumplan, se corregirán los grados de libertad mediante el valor epsilon de Greenhouse-Geisser (Quinn y Keough 2006). Para algunas especies o grupos de especies se requerirá realizar transformaciones a datos normales; sin embargo, no siempre será posible encontrar una transformación adecuada para hacer que los datos sean normales; siguiendo a Steele *et al.* (2002), las variables que no conformen asunciones paramétricas, podrán ser transformados a log (biomasa o número) +1. La estadística no paramétrica será aplicada sólo después de que los métodos se consideren infructuosos en la transformación de los datos para cumplir con los supuestos paramétricos o bien porque no se cumplieron los supuestos para las pruebas t (pareadas) y ANOVA (Willems 2016); se podrá usar como alternativa para datos biométricos que lo requieran, el usar la prueba no paramétrica de doble vía de Wilcoxon (Sokal y Rohlf 2012).

Los datos de captura serán estandarizados de la siguiente forma: los pesos a kg por hora para estimar el CPUE (biomasa); y, los conteos de individuos serán estandarizados a número por hora (NPUE), a partir de las extrapolaciones de las muestras (Steele *et al.* 2002).

Los datos de peso de la captura serán analizados empleando un ANOVA multifactorial (Hannah y Jones 2011).

Una prueba de t será usada para determinar la significancia estadística para las capturas de las especies objetivo y de la Faca, y una prueba de Kolmogorov-Smirnov se utilizará para comparar los datos biométricos (Delancey *et al.* 2000).

La estadística descriptiva obtenida en R y otros resultados se expresarán como media  $\pm$  error estándar de la media y su intervalo de confianza. La prueba de Kolmogorov-Smirnov

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

evaluará la normalidad y  $p < 0,05$  se usará como el criterio para considerar diferencias estadísticas significativas (Sparre & Venema 1997, Krebs 1999, Sokal & Rohlf 2012).

Las relaciones entre los diferentes estratos se analizarán utilizando un ANOVA multifactorial, así como el análisis de componentes principales en R (Sparre & Venema 1995, Krebs 1999, Sokal & Rohlf 2012).

La información ambiental será procesada en una hoja electrónica, trasladada a QGIS para la visualización y análisis espacial de los parámetros de mayor preponderancia para el estudio.

### **2.3.1. Análisis de la producción**

En general, para el análisis de capturas y esfuerzo se utilizarán las bitácoras de viaje; y la información del sistema productivo y los caladeros, se obtendrá a partir de entrevistas semi-estructuradas y formularios de gastos y producción de los desembarcos (Barrantes *et al.* 2011, Mejía 2018). Otra información se desprenderá de los formularios que para el efecto correspondiente han sido llenados durante los viajes de pesca (Anexo 2).

### **2.3.2. Efectividad de las redes**

Siguiendo a Helies *et al.* (2012), el análisis de la efectividad de la red requiere estimaciones de la biomasa total de Faca y del tiempo de remolque correspondiente, ambos de los cuales son necesarios para calcular los valores de CPUE. Se registrará directamente para cada red el tiempo de remolque, el peso total de pesca objetivo y de pesca incidental. Este análisis utilizará el peso total de captura de cada arrastre neto, el peso total de la muestra aleatoria y sus datos asociados para individuos y taxones agrupados de cada remolque y analizados por separado. La muestra aleatoria proporcionará los pesos totales para las llamadas especies abundantes, el peso total de otras especies, el peso total de camarones en la muestra y el peso total restante de la

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

muestra agrupada en categorías como “escama”, “cartilagosos”, “crustáceos”, “moluscos”, “otros invertebrados”, “otros vertebrados”.

### 2.3.3. Estructura de tallas

Según Helies *et al.* (2012), para determinar las diferencias en la distribución de las frecuencias de tallas de las especies, se usará el test de doble vía de Kolmogorov-Smirnov. Mientras, las diferencias en las medias de las tallas serán establecidas mediante las pruebas de Kruskal–Wallis y Nemenyi *post-hoc* (Pholert 2014, Willems *et al.* 2016); para estos análisis solamente se usarán datos de capturas totales. Además, una prueba de Chi-cuadrado ( $X^2$ ) permitirá comparar las proporciones de las distribuciones de frecuencias de tallas de las especies (captura objetivo, especies abundantes, otras).

### 2.3.4. Proporción captura objetivo vs incidental

El descarte, definido como aquellas especies que son captura incidental y que no son aprovechadas comercialmente, sino regresadas al mar. Esto podría ser evaluado según eficiencia de la red en su captura, como se indica a continuación.

Para determinar el porcentaje de incremento o reducción en la biomasa y número de las especies abundantes de la Faca, se compararán las medias del CPUE o NPUE de datos no transformados de pesca objetivo y de Faca y el número total de individuos de la submuestra.

Dado que se utilizará un diseño de remolque pareado para pruebas de campo, se analizará cada captura neta y red por separado; las capturas netas y redes serán directamente comparados entre sí. Usando la prueba t se evaluará el rendimiento de las redes y comparará la capturabilidad de las redes (Steele *et al.* 2002). Además, la

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

Capacidad de una red de arrastre para retener camarones mientras reduce la captura incidental se evaluará comparando la CPUE (biomasa) y NPUE de Faca y camarón y comparando la CPUE y la NPUE de las especies más abundantes de Faca con CPUE y datos de NPUE para la red pareada. La CPUE y el NPUE de camarón capturado, se calculará como se describió anteriormente, se basará en el peso real y el número de camarones atrapados en cada red de arrastre. Cuando la captura incidental sea submuestreada, la biomasa o el número de la Faca se estimará utilizando la fórmula (Steele *et al.* 2002).

Biomasa o número de Faca=

$$\frac{\text{Submuestra de Faca (CPUE o NPUE) x Peso total de la Faca}}{\text{Peso de la submuestra}}$$

El análisis de desempeño (Porcentaje de Reducción) de la red se realizará aplicando la siguiente ecuación a partir de los datos de Faca, camarón y pesos individualizados (Helies *et al.* 2012),

$$\frac{(\text{NPUE o CPUE o Peso de la red 1}) - (\text{NPUE o Peso o CPUE de la red 2})}{\text{NPUE o CPUE o Peso de la red 1}} \times 100$$

### 2.3.5. Biomasa explotable

En general, la información necesaria para la determinación de la biomasa explotable se obtendrá mediante los formularios pre-elaborados para ese efecto, con los cuales se estará conociendo el área muestreada y la producción correspondiente a esa área. Al tiempo debe lograr conocerse el área del caladero respectivo donde se ha pescado y a través de una extrapolación se conocerá el CPUTA y el CPUE (como índices de abundancia), la producción y las variaciones tanto espacial (vertical y horizontal) como

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

temporalmente. Finalmente, se tomará información de costos e ingresos para correlacionar con el MRS y determinar la capacidad de pesca.

Para la estimación de la biomasa disponible, tanto espacial como temporal se emplearán las faenas de pesca. Para estimar la biomasa se usará el método de área barrida, determinando la longitud del sector barrido por la red por el ancho de ésta:  $B = ((Cp / a) * A) / X1$ : A = tamaño total del área de estudio ( $m^2$ ),  $(Cp/a)$  = promedio de la captura en peso por unidad de área, X1 = capturabilidad (Venema & Sparre 1997, 1999).

### 2.3.6. Máximo Rendimiento Sostenible

Para la estimación de la producción, MRS y la curva de punto de equilibrio de costos-ganancias se usarán las faenas de pesca y los formularios de gastos e ingresos. La determinación del rendimiento por hora de arrastre se obtendrá a partir del peso de la captura total y el esfuerzo en horas. Los estimados de biomasa explotable usarán la captura por área (CPUA) y el esfuerzo en horas de pesca (tiempo real en los caladeros) y tiempos de arrastre (esfuerzo real sobre la biomasa explotable). La estimación del MRS utilizará el modelo de producción excedentaria (variación a Schaefer & Fox propuesta por Cadima (2003) para capturas con dos años de datos) (Beverton & Holt 1956, Gulland 1972, Rothschild 1972, 1977, Ricker 1975, Pope 1975, Sparre & Venema 1997).

Además, se emplearán los datos de al menos 10 de años de la pesquería, usando procedimientos para su análisis (APV) en conjunto con los datos de campo que se obtendrán (Gulland y Rosenberg 1992). Con ello se conocerá históricamente y realizará el análisis comparativo entre periodos de la variación temporal y espacial de la producción, la biomasa al máximo rendimiento sostenible (MRS) para el periodo de estudio, la capacidad de pesca. Así mismo, se contrastarán ambas informaciones con mapeo y el análisis estadístico correspondiente para determinar la diferencia significativa.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

### 2.3.7. Análisis reproductivo

Toda esta información será digitalizada por personal contratado en Excel. Para conocer las diferencias mensuales se aplicará estadística descriptiva.

Con los mismos datos colectados anteriormente, se determinará la época reproductiva, la talla de primera madurez sexual y la relación de activos/pasivos; además, permitirá hacer las recomendaciones respectivas de manejo sobre capturas y establecimiento de vedas; el detalle de estas técnicas se expone posteriormente.

### 2.3.8. Época reproductiva

Para determinar la época reproductiva y variaciones temporales de madurez se emplearán las hembras ovígeras de todo el periodo. La periodicidad reproductiva mensual será la proporción de hembras ovígeras respecto al total de hembras; mientras que el período reproductivo será definido como el mes o meses de máxima incidencia de hembras ovígeras  $\geq$  al 25% (Mejía 2018).

La madurez será determinada para pinky siguiendo a Girón-Montaña *et al.* (2016), al determinar los estadios de madurez de manera macroscópica para hembras y machos, acorde a: I) ovario de color blanco amarillento translúcido; II) ovario con coloración amarillenta opaca en desarrollo; III) ovario con una coloración anaranjada oscuro en maduración se extiende hasta el telson; IV) gónada desarrollada color verde oscuro y algunas veces naranja; y V) ovarios vacíos, flácida. A partir de Villalobos (2009) y Rodríguez *et al.* (2012) se realizó una adaptación para la determinación de la madurez en fidel: I) Inmaduro: Gónada delgada, translúcida en el abdomen, mientras que en el cefalotórax se torna de un color blancuzco; confinadas en la región abdominal y poco desarrolladas en la parte anterior; no se puede observar a través del exoesqueleto en camarones frescos; II) En desarrollo: Los lóbulos son un poco translúcidos, amarillo

## Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola Departamento de Investigación

pálido a color rosa, aumentan en grosor y se tocan uno al otro, alcanzan gran parte del cefalotórax; el tubo digestivo aún se puede observar; la gónada no es visible a través del exoesqueleto del camarón fresco; III) En maduración: No se ve el tubo digestivo, coloración naranja a color vino claro, gónadas agrandadas, granulosas; ocupan gran parte de la región dorsal; la gónada se observa como una zona oscura a través del exoesqueleto del camarón fresco; IV) Maduro: Gónadas gruesas, granulosas, color vino oscuro, ocupan toda la región dorsal; no se puede ver a través del exoesqueleto del camarón fresco; V) Desove: La gónada se retrae y empieza a aclararse, son delgadas y flácidas por la expulsión de los huevos; inicia la visualización del tubo digestivo.

A partir de Chakraborty (2013), en el caso de camellos (*Heterocarpus spp.*) se presentarán diferencias evidentes en color y la forma de los ovarios; se identificarán ocho etapas de madurez, de las cuales se definen cuatro estadios relacionados con los ovarios: inmaduro, madurando, maduro y desovado acorde cada uno a la intensidad relativa del color y la dimensión del ovario en el cefalotórax; además, se incorporarán otros cuatro estadios correspondientes a la maduración de los huevos en las hembras ovígeras basados en el color y el desarrollo del embrión: estadio I (coloración homogénea sin visualización de larva), estadio II (color disminuido, ojos de larva presentes), estadio III (color poco intenso, larva desarrollada completamente), estadio IV (coloración grisácea por larvas fuera de los huevos o ausencia total de las mismas).

### 2.3.9. Estructura sexual

Cada ejemplar estudiado se ubicará en una de las siguientes categorías: (1) MA: macho, (2) HSH: hembra sin huevos, y (3) HO: hembra ovígera. El análisis mensual, de la proporción sexual, se realizará mediante un test  $\chi^2$  de Pearson ( $p < 0,05$ ) con la finalidad de estimar si la proporción entre ambos sexos difiere significativamente de la relación esperada de 1:1 (Venema & Sparre 1997, 1999, Sokal & Rohlf 2012); usando la siguiente ecuación:  $\chi^2 = \sum (V_o - V_t)^2 / V_t$ , donde  $V_o$  es el valor observado y  $V_t$  es el valor teórico;

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

aceptando la hipótesis nula cuando  $\chi^2 < \chi^2_t (r - 1) (k - 1)$  y en caso contrario es rechazada (IFOP 2006).

### 2.3.10. Talla de primera madurez sexual

Adjunta a la determinación de la época reproductiva, la estructura de tallas y la estructura sexual se realizará el análisis de talla de primera madurez sexual (TPMS) o L50%. Para las hembras de camellito y camello real se estimará la media de tallas de la madurez L50% (como la talla a la que el 50% de las hembras de la población estarán ovígeras) usando una regresión logística de la forma  $Y=1/[1+\exp(b(LC)-a)]$ , donde LC es la talla de hembras (variable independiente, X), Y es una variable dependiente dicotómica con un valor de 0 (masa de huevos ausente) o 1 (masa de huevos presente), a y b son los coeficientes de la regresión. La transformación logística linealizará el modelo y predecirá valores continuos para Y que se ubiquen entre los extremos 0–1; el eje Y indicará la proporción de 1s (masa de huevos presente) a cualquier valor dado de X, cuando  $Y=0.5$ ,  $LC_{50\%}=-a/b$  (Colloca 2002, Tuset *et al.* 2009).

Para las hembras de pinky y fidel se estimará una variación del procedimiento anterior, donde la media de tallas de la madurez L50% (como la talla a la que el 50% de las hembras de la población estarán maduras) usando una regresión logística de la forma  $Y=1/[1+\exp(b(LC)-a)]$ , donde LC es la talla de hembras (variable independiente, X), Y es una variable dependiente dicotómica con un valor de madurez obtenida de las hembras activamente reproductivas (3 a 5 de madurez sexual), a y b son los coeficientes de la regresión.

A partir de las relaciones morfométricas que se puedan establecer, se realizarán las correspondientes estimaciones de aquellos datos que lo requieran y poder mantener la concordancia de la TPMS legal establecida en Costa Rica según el tipo de talla a que hace referencia el AJDIP-028-2018.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

Además, como parte del proceso de evaluación cruzada, se realizará una revisión por pares incorporando a la Academia y las ONG, tanto nacionales como internacionales, para mejorar los procesos liderados por el Incopesca dentro de los estudios a realizar.

### 2.3.11. Mapeo

Se utilizará el software QGIS Buenos Aires 3.26.3 para obtener los mapas de producción, abundancia, distribución, caladeros y reclutamiento. Desde un archivo en Excel, los datos georreferenciados se exportarán a QGIS. Luego sobre una capa del contorno continental de Costa Rica se ubicará los datos; y, posteriormente por extrapolación se generará los mapas para cada parámetro, estrato y mes, mediante *kriging* (análisis de regresión) y determinar los semi-variogramas (Freire *et al.* 1991, Roa & Tapia 2000).

## III. Bibliografía

- Al-Baz, A. y Chen, W. (2014). An assessment of bycatch reduction devices in Kuwait's shrimp trawl fishery. *J. Appl. Ichthyol.*, 1–11.
- Araya, H., Vásquez, A. R., Marín, B., Palacios, J.A., Soto, R. L., Mejía, F., Shimazu, Y., y Hiramatsu, K. (2007). Reporte del comité de evaluación de los recursos pesqueros No. 1 / 2007. Proyecto “Manejo sostenible de la pesquería para el Golfo de Nicoya, Costa Rica”. Puntarenas, Costa Rica: INCOPECA-UNA- JICA.
- Arias, R. (2009). Análisis y plan de acción para el desarrollo regional endógeno del gran Puntarenas. Puntarenas, Costa Rica: IICE-UCR.
- Asamblea Legislativa (1994). Ley 7384. Ley de Creación del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (Incopesca). Publicado en La Gaceta, número 62, del 29 de marzo de 1994.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

- Asamblea Legislativa (2005). Ley 8436. Ley de Pesca y Acuicultura. Publicado en La Gaceta, número 78, del 25 de abril del 2005.
- Asamblea Legislativa (2011). Decreto 36782 MINAET-MAG-MOPT-TUR-SP-S-MTSS. Reglamento a la ley de pesca y acuicultura. Publicado en La Gaceta, número 71, del 30 de setiembre del 2011.
- Barrantes, W., Flores, W., Benavides, C., y Mejía, F. (2011). Prefactibilidad Técnico-Económica del procesamiento de la fauna de acompañamiento de la pesquería de Arrastre de Camarón. San José, Costa Rica: MIDEPLAN/INCOPECA.
- Beverton, R., y Holt, S. (1956). A review of methods of estimating mortality rates in exploited fish population, with special reference to source of bias in catch sampling. Rapp. P.V. Réun. CIEM, 140(1), 67–83.
- Bolaños, M. (2005). Characterization of the Costa Rican semi-industrial coastal shrimp trawling fishery and the small-scale artisanal shrimp trawling fishery. Puntarenas, Costa Rica: FAO.
- Bourgeois, M. K. Chapiesky, L. Landry, J. Lightner, y Marx, J. (2016). Louisiana Shrimp Fishery Management Plan. Louisiana, USA: Louisiana Department of Wildlife and Fisheries.
- Bussing, W., y López, M. (2011). Peces demersales y pelágicos costeros del Pacífico de Centroamérica Meridional (1ª ed.). San José, Costa Rica: Editorial UCR.
- Canales, C. (2016). Estructura poblacional y modelamiento espacio-temporal de los atributos biológicos y la dinámica poblacional del camarón nailon *Heterocarpus reedi* (Decapoda, Caridea) frente a Chiles central (25ª-36ªS). (Tesis de doctorado). Universidad de Barcelona, España.
- Chacón, A., Araya, H., Vásquez, A., Brenes, R., Marín, B., Palacios, J., Soto, R., Mejía-Arana, F., Shimazu, Y., y Hiramatsu, K. (2007). Estadísticas Pesqueras del Golfo

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

de Nicoya, Costa Rica; 1994-2005. Puntarenas, Costa Rica: UNA-JICA-  
INCOPESCA.

Chakraborty, R. (2013). Deep sea prawns. En J. Jose, L. Pillai y R. Chakraborty (Ed.),  
Taxonomy and Identification of Commercially Important Crustaceans of India (pp:  
107-131). Kerala, India: Central Marine Fisheries Research Institute/Indian Council  
of Agricultural Research.

Colloca, F. (2002). Life cycle of the deep-water pandalid shrimp *Plesionika edwardsii*  
(Decapoda, Caridea) in the Central Mediterranean Sea. J. of Crustacean Biology  
22, 775–783.

DeLancey, L.B., Whitaker, J.D., Egleston, D.D., y Maddox, M.B. (2000) Testing of a soft  
TED as a bycatch reduction device. South Carolina, USA: South Carolina Marine  
Resources Division Technical Report Number 87.

Directriz Presidencial Número 21-P, publicada en el Diario Oficial La Gaceta N° 101 del  
27 de mayo del 2015.

Eayrs, S. (2007). A Guide to Bycatch Reduction in Tropical Shrimp-Trawl Fisheries.  
Roma, Italia: FAO.

Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., y Niem, V. H. (1995).  
Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico  
Centro-Oriental. Vol. I, II, III. Roma, Italia: FAO.

Freire, J., González-Gurriarán, E., Olaso, I., y Fernández, L. 1991. Análisis geoestadístico  
de la distribución espacial de *Plesionika heterocarpus* y *Solenocera membranacea*  
(Crustacea: Decapoda) en la plataforma continental de Galicia (NW España). Bol.  
Inst. Esp. Oceanogr., 7(2), 79-88.

Fuls, B. y McEachron, L. (2002). Evaluation of Three Bycatch Reduction Devices in  
Aransas Bay during the 1997: Spring (15 May-15 July) and Fall (15 August-15

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

December) Commercial Bay-Shrimp Seasons. Texas, USA: TSPA-TPWD Research.

García, S. y L. Le Reste (1986). Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones penéidos costeros. Roma, Italia: FAO.

García, S., y Lhomme, F. (1977). La crevette rose, *Penaeus duorarum notialis*, de la côte ouest africaine: évaluation des potentialités de capture. Roma, Italia: FAO.

Girón, A., F. Rico y M. Rueda. 2010. Evaluación experimental de dispositivos excluidores de fauna acompañante en redes de arrastre para camarón de aguas someras en el pacífico colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost., 39 (2), 337-357.

Girón-Montaña, A., Rueda, M., Eraso Ordoñez, J. y Rodríguez-Jiménez, A. (2016). Variación interanual de la estructura de tallas y aspectos reproductivos del camarón pink (*Farfantepenaeus brevirostris*) en el pacífico colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 45(2), 253-268.

Gulland, J. (1972). Some introductory guidelines to management of shrimp fisheries. Rome, Italia: FAO.

Gulland, J. y Rosenberg, A. (1992). Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces. Roma, Italia: FAO.

Hannah, R. y Jones, S., 2000. Bycatch reduction in an ocean shrimp (*Pandalus jordanii*) trawl from a simple modification to the trawl footrope. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 27, 227-234.

Helies, F., Jamison, J., Gallaway, B. (2012). Development y Assessment of Bycatch Reduction Devices within the Southeastern Shrimp Trawl Fishery. Florida, USA: Gulf & South Atlantic Fisheries Foundation, Inc.

IFOP (2006). Dinámica y estructura poblacional del langostino colorado entre la III y IV regiones. Santiago, Chile: Fondo de Investigación Pesquera.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

Incopesca (2015). AJDIP-483-2015. Regulación de establecer el retiro de la flota pesquera semi-industrial camaronera para realizar faenas de pesca. Recuperado de

[https://www.incopesca.go.cr/acerca\\_incopesca/transparencia\\_institucional/jerarcas\\_decisiones/actas/2015/Acta\\_Sesion\\_49\\_2015\\_SO\\_.pdf](https://www.incopesca.go.cr/acerca_incopesca/transparencia_institucional/jerarcas_decisiones/actas/2015/Acta_Sesion_49_2015_SO_.pdf).

Incopesca (2017a). AJDIP-158-2017. Regulación que establece el retiro de la flota pesquera semi-industrial camaronera de arrastre en el océano pacífico y espacios marinos de aprovechamiento sostenible de camarón para la flota pesquera comercial de pequeña escala en el mar caribe para realizar faenas de pesca de acuerdo a los mapas de zonificación participativa elaborados por el grupo de trabajo de investigación, en el marco de la mesa de dialogo de ordenamiento de la pesca de camarón. Recuperado de

[https://www.incopesca.go.cr/acerca\\_incopesca/transparencia\\_institucional/jerarcas\\_decisiones/acuerdos/2017/AJDIP-158-2017\\_Establece\\_Mapa\\_de\\_Zonificacion.pdf](https://www.incopesca.go.cr/acerca_incopesca/transparencia_institucional/jerarcas_decisiones/acuerdos/2017/AJDIP-158-2017_Establece_Mapa_de_Zonificacion.pdf)

Incopesca (2017b). AJDIP-145-2017. Implementación del mapa participativo de zonificación de pesca de arrastre de camarón. Recuperado de

[https://www.incopesca.go.cr/acerca\\_incopesca/transparencia\\_institucional/jerarcas\\_decisiones/acuerdos/2017/AJDIP-145-2017\\_Aprueba\\_mapa\\_participativo\\_zonificacion\\_pesca\\_arrastre\\_camaron.pdf](https://www.incopesca.go.cr/acerca_incopesca/transparencia_institucional/jerarcas_decisiones/acuerdos/2017/AJDIP-145-2017_Aprueba_mapa_participativo_zonificacion_pesca_arrastre_camaron.pdf).

INCO PESCA (2019). Estadísticas: Información de producción nacional pesquera 2014. Recuperado de

<https://www.incopesca.go.cr/publicaciones/estadisticas/historico/2014.html>.

Incopesca. (2009). AJDIP-151-2009. Reglamento sobre Regulaciones Técnicas del Uso Correcto del Dispositivo Excluidor de Tortugas (DET), por parte de la Flota Camaronera de Arrastre de Orilla. Recuperado de [http://www.gaceta.go.cr/pub/2009/05/18/COMP\\_18\\_05\\_2009.html](http://www.gaceta.go.cr/pub/2009/05/18/COMP_18_05_2009.html)

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

- Incopesca. (2013). AJDIP-453-2013. Se establece como obligatorio el uso del dispositivo excluidor de peces, del tipo ojo de pescado, en la realización de las faenas de pesca por parte de la flota semi-industrial camaronera costarricense, tanto en la pesca costera como en la pesca de profundidad. Recuperado de [https://www.incopesca.go.cr/acerca\\_incopesca/transparencia\\_institucional/jerarcas\\_decisiones/acuerdos/2014/AJDIP-453-2013%20Aprueba-uso-dispositivo-excluidor-de-peces.pdf](https://www.incopesca.go.cr/acerca_incopesca/transparencia_institucional/jerarcas_decisiones/acuerdos/2014/AJDIP-453-2013%20Aprueba-uso-dispositivo-excluidor-de-peces.pdf)
- King, M. y R. B. Moffitt. 1984. The sexuality of tropical deepwater shrimps (Decapoda: Pandalidae). *Journal of Crustacean Biology*, 4, 567- 571.
- Krebs, Ch. (1999). *Ecological Methodology*. California, USA: Addison-Wesley Educational Publishers, Inc.
- Manjarrés, L., Duarte, L., Altamar, J., Escobar, F., García, C., y Cuello, F. (2008). Efectos del uso de dispositivos reductores de pesca acompañante en la pesquería de camarón del Mar Caribe de Colombia. *Ciencias Marinas* 34(2), 223–238.
- Marcille, J. (1978) Dynamique des populations de crevettes pénaeïdés exploitées à Madagascar. *Trav. Doc. ORSTOM*, 92, 197.
- Marín, B. (2009). Comparación de las Capturas entre dos Tipos de Dispositivos Excluidores de Tortugas (DET'S), en la Pesca del Camarón Rosado *Penaeus brevis* en el Océano Pacífico Norte de Costa Rica. Documento Técnico N°1, Incopesca, de investigación realizada para la NOAA. Recuperado de [https://www.incopesca.go.cr/investigacion/documentos\\_tecnicos/2.1\\_Inf\\_Invest\\_DET\\_barra\\_plana.pdf](https://www.incopesca.go.cr/investigacion/documentos_tecnicos/2.1_Inf_Invest_DET_barra_plana.pdf).
- Marín, B., Mejía, F., Pacheco, B., González, M., y Alfaro, J. (2019). Evaluación de los porcentajes de exclusión de fauna en la pesca de arrastre de los camarones de profundidad pinky *Farfantepenaeus brevis* y fidel *Solenocera agassizii* utilizando diferentes tamaños de luces de malla, aditamentos (DEP's, DET's y

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

doble relinga) y otras mejoras, en el Océano Pacífico costarricense: Documento técnico no. 23. Puntarenas, Costa Rica: INCOPECA.

Martín, A., Elizondo, S., Mejías, Y., Espinoza, J., y Rodríguez, J. (2018). Análisis socioeconómico de las comunidades de pesca a pequeña escala que traslapan con la flota de arrastre en el litoral Pacífico de Costa Rica. San José, Costa Rica: Fundación MarViva y Escuela de Economía de la Universidad Nacional de Costa Rica.

Mejía, F. (2013). Ecología pesquera de la langostilla roja (*Pleuroncodes planipes* Stimpson, 1860) en el Pacífico de Costa Rica. (Anteproyecto de Tesis de Maestría). UNA, Costa Rica.

Mejía, F. (2018). Dinámica pesquera de la langostilla roja (*Pleuroncodes planipes* Stimpson, 1860), Costa Rica. (Tesis de Maestría). UNA, Costa Rica.

Mejía-Arana, F. (2014). Información de base sobre la pesca de camarón, la camaronicultura y las especies relacionadas a las mismas en Costa Rica. En A. Gummy, D. Soto y R. Morales (Ed.), Implementación práctica del enfoque ecosistémico a la pesca y la acuicultura del camarón en los países del sistema de integración centroamericana (SICA/OSPESCA) (pp: 49-78). Roma, Italia: FAO.

Morán, A., R. Chávez, M. Jiménez, S. Cházaro, G. Galindo y Meiners, C. (2017). Análisis de la comunidad de peces de descarte en la pesca de arrastre de camarón (temporada de lluvias 2013) en la zona centro-sur del litoral veracruzano, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52(3), 551-566.

MSC (2011). Suriname Atlantic Seabob shrimp. Edinburgh, Scotland: Marine Stewardship Council Sustainable Fisheries Certification.

Palacios, J. A. (2013). Evaluación de las pesquerías en la zona media y externa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. San José-Costa Rica: BIOMARCC-SINAC-GIZ.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

- Pholert, T. (2014). The Pairwise Multiple Comparison of Mean Ranks Package (PMCMR). R package. Recuperado de <http://CRAN.R-project.org/package=PMCMR>.
- Pope, J. (1975). Measurement of fishing effort. Rapp. P. V. Réun. CIEM, 168, 102.
- Quinn G, Keough M. (2006). Experimental Design and Data Analysis for Biologists. New York, USA: University Press.
- Ricker, W. (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Board Can., 191, 1-382.
- Roa, R., y Tapia, F. (2000). Cohorts in space: geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* population off central Chile. Marine Ecology Progress Series, 196, 239-251.
- Robertson, D. y Allen, G. (2015). Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Balboa, República de Panamá: Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.
- Rodríguez, A., Rueda M. y Cubillos, L. (2012). Agregación reproductiva del camarón de aguas profundas *Solenocera agassizi* (Crustacea: Decapoda) en el pacífico colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost., 41(2), 429-446.
- Rothschild, B. (1972). An exposition on the definition of fishing effort. Fish. Bull. NMFS/NOAA, 70(3), 671–679.
- Rothschild, B. (1977). Fishing effort. En J.A. Gulland (Ed.), Fish population dynamics (pp: 98–114). Londres, England: J. Wiley.
- Sala Constitucional. (2013). Res. N° 2013-010540 de la Sala Constitucional De La Corte Suprema De Justicia. Prohíbe la pesca de arrastre. 139 p.
- Scott-Denton, E. (2007). U.S. southeastern shrimp and reef fish resources and their management. Ph.D. Dissert., Texas A&M Univ., Coll. Stat., Tex. 400 pp. Citado por Bourgeois et al 2016.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

- Sokal, R., y Rohlf, F. (2012). *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. New York, USA: W. H. Freeman and Co.
- Solórzano-Chavez, E., Solís-Rivera, V., y Ayales-Cruz, I. (2016). *Empleo rural decente en el sector de pesca artesanal y de pesca semi-industrial en Costa Rica*. Roma, Italia: FAO.
- Sparre, P., y Venema, S. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Roma, Italia: FAO.
- Sparre, P., y Venema, S. (1999). *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 2. Exercises*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/W5448S/w5448s00.htm>
- Steele, P., Bert. T., Johnston, K., y Levett, S. (2002). Efficiency of bycatch reduction devices in small otter trawls used in the Florida shrimp fishery. *Fish. Bull.*, 100, 338–350.
- Thessalou-Legaki, Maria. (1989). Allometric Growth of Male Secondary Sexual Characters and dioecy in *Parapandalus narval* (Decapoda: Pandalidae). *Journal of Crustacean Biology*, 9, 595-600.
- Tribunal Contencioso Administrativo. (2018). Resolución N°277-2018-I sobre medida cautelar donde se establecen cuatro meses para realizar estudios sobre camarón. Corte Suprema de Justicia. 20 p.
- Tuset, V.M., Perez-Peñalvo, J.A., Delgado, J., Pinho, M.A., Santana, J.I., Biscoito, M., González, J.A., y Carvalho, D. (2009). Biology of the deep-water shrimp *Heterocarpus ensifer* (Caridea: Pandalidae) off the Canary, Madeira and the Azores islands (northeastern Atlantic). *J. Crustac. Biol.*, 29, 507–515.
- Villalobos, F. (2009). *Biología reproductiva del camarón fidel, Solenocera agassizii Faxon, 1893 (Decapoda: Solenoceridae) en el Pacífico costarricense*. (Tesis de licenciatura). UCR, Costa Rica. Recuperado de <http://www.biologia.ucr.ac.cr/TesisLic/FresiaVillalobos.pdf>

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

- Villalobos, F.A. (1983). Características del sector pesquero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 7, 77-89.
- Wehrtmann, I. S., y S. Echeverría-Sáenz (2007). Crustacean fauna (Stomatopoda, Decapoda) associated with *Heterocarpus vicarius* (Decapoda, Pandalidae) along the Pacific coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 55, 133-141.
- Wenner, A. M. (1972). Sex ratio as a function of size in crustaceans. *Am. Nat.*, 6(949), 321-50.
- Willems, T., Depestele, J., De Backer, A., y Hostens, K. (2016). Ray bycatch in a tropical shrimp fishery: Do Bycatch Reduction Devices and Turtle Excluder Devices effectively exclude rays? *Fisheries Research*, 175, 35–42.
- Zariquiey, R. 1968. Crustáceos decápodos ibéricos. *Investigaciones Pesqueras*, 32, 1-510.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

#### IV. Anexos

**Anexo 1.** Entrevista para conocer la ubicación de los caladeros de pesca de camarón de profundidad en el Pacífico de Costa Rica.

1. Cuál es el tiempo de experiencia con que cuenta el entrevistado en la pesca de camarón de profundidad.
2. En la pesquería de cuales especies ha participado.
3. Georreferenciar los diferentes caladeros de pesca en donde históricamente participó de la pesca

Cuenta el entrevistado con información georreferenciada de los diferentes caladeros de pesca, si la respuesta es afirmativa, compartir dicha información para lograr registrar los caladeros con su nombre y coordenadas.

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

**Anexo 2.** Formularios utilizados para registrar los datos obtenidos durante la investigación

A. Formulario 1. Pesos de camarón y Faca por lance

# Experimento:                      Fecha de salida:                      Fecha de entrada:  
Embarcación:                      Tipo de Red:                      Pesca Objetivo:

# Lance	Fecha	Peso total camarón (kg)	Peso total Faca (kg)	Submuestra de Faca (kg)				
				Tib/Raya	Pesc.	Crust.	Mol.	Otros

B. Formulario 2: Biometría de camarón

Embarcación:                      Fecha de salida:                      Fecha de entrada:  
# Experimento:                      # Lance:  
Fecha de lance:                      Tipo de Red:                      Pesca Objetivo:

Sexo	Longitud Total (mm)	Longitud Cefalotorácica (mm)	Estadio de madurez	Sexo	Longitud Total (mm)	Longitud Cefalotorácica (mm)	Estadio de madurez

Dirección de Ordenamiento Pesquero y Acuícola  
Departamento de Investigación

C. Formulario 3: Datos de especies comerciales.

Embarcación:      Fecha de salida:      Fecha de entrada:      Esp. Comerciales  
# Experimento:      # Lance:      Pesca Objetivo:      Esp. Dominantes  
Fecha de lance:      Esp. Vulnerables

Tipo de Red	Nombre común	Especie	Peso Total (kg)	Cantidad individuos

D. Formulario 4. Formulario para el uso de los capitanes

Viaje No.      Fecha de salida:      Fecha de entrada:  
Embarcación:      Experimento No.      Pesca Objetivo:

Largado/Cobrado	Fecha de lance	Lance No.	Hora Inicio	Hora Fin	Latitud	Longitud	Velocidad (Nudos)	Caladero	Profundidad (m)	Biomasa capturada (kg)