

Comisión Interamericana del Atún Tropical  
Inter-American Tropical Tuna Commission



**PILOT STUDY FOR A SHARK FISHERY SAMPLING PROGRAM IN CENTRAL AMERICA**  
**ESTUDIO PILOTO PARA UN PROGRAMA DE MUESTREO DE PESQUERÍAS DE TIBURONES EN AMÉRICA CENTRAL**

Ricardo Oliveros-Ramos, Salvador Siu, Sonia Salaverria, Cleridy E. Lennert-Cody, Alexandre Aires-da-Silva, Mark N. Maunder

10th Meeting of the Scientific Advisory Committee  
13-17 May, 2019 San Diego, California, USA

# Timeline – Línea de tiempo



## PHASE 1 – FASE 1



INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION  
WORKSHOP TO DEVELOP A PILOT STUDY FOR A SHARK FISHERY SAMPLING PROGRAM IN CENTRAL AMERICA<sup>1</sup>  
La Jolla, California (USA)  
25-27 September 2017



## PHASE 2 – FASE 2

PILOT STUDY  
ESTUDIO PILOTO



# Background – Contexto

- Resolution C-16-05 of EPO mandates assessments for silky and hammerhead sharks.
- To conduct assessments, need catches and size composition from all fleets
- Magnitude of artisanal catch unknown
- Size composition of coastal nation non-artisanal catches unknown
- Recommendations from September 2017 workshop were to:
  - Obtain an order of magnitude estimate of artisanal catch
  - Develop sampling designs for artisanal catch
  - Develop sampling designs for non-artisanal catch size composition
- Resolución C-16-05 encomienda realizar evaluaciones para los tiburones sedosos y martillos en el OPO.
- Para realizar la evaluación es necesario contar con capturas y composición por tamaño de todas las flotas.
- La magnitud de la captura artesanal es desconocida.
- Composición por tamaños de la flota no artesanal es desconocida.
- Recomendaciones del taller de setiembre de 2017 fueron:
  - Obtener estimados del orden de magnitud de la pesca artesanal
  - Desarrollar diseños de muestreo para la captura de la flota artesanal.
  - Desarrollar diseños de muestreo para la composición de tamaños de la flota no artesanal.

# Introduction – Introducción



**ARTISANAL - ARTESANAL**



**MEDIUM SCALE - MEDIANA ESCALA**

# Introduction – Introducción



**ARTISANAL - ARTESANAL**

**SAC-07-06b(ii)**

**TABLE 1.** Number and classification of vessels that fish for sharks in the EPO, by flag, category, and gear. T/B: Target/bycatch; LOA: length overall; NRT: net registered tonnage; GN: gillnet; HX: handline; LL: longline; PS: purse seine; TX; trawl net.

Category	Definition	Number	Gear	Date	T/B
<b>BELIZE</b>					
Industrial	Belize vessels that fish in the EPO	11	LL	2014	T/B
<b>COSTA RICA</b>					
Small-scale/ artisanal	<3 nautical miles from coast	6 100	GN/LL	2010	B
Medium-scale	Autonomy <25 days, <40 nautical miles from coast	350	LL	2015	T/B
Advanced	Autonomy >25 days, >40 nautical miles from coast	93	LL	2015	B
Semi-industrial	Trawl net fishery	36	TX	2015	B
Foreign	See section 2.2				
<b>EL SALVADOR</b>					
Industrial	>10 m LOA	3*	LL	2010	T
Artisanal	<10 m LOA	8 300	GN/LL	2010	T/B
<b>GUATEMALA</b>					
Large-scale commercial	30.1-150 NRT	3	PS	2015	B
Medium-scale commercial	2-30 NRT	17		2015	T
Small-scale commercial	1-1.99 NRT	5	LL	2015	T/B
Small-scale artisanal	0.46-0.99 NRT; <10 m LOA, fiberglass hull, outboard motor, autonomy <4 days	4 860	GN/LL	2010	T/B
<b>NICARAGUA</b>					
Industrial	>15 m LOA, mechanically-operated fishing gear, electronic fish-finding and location equipment	50†	LL/TX	2015	T
Artisanal	<15 m LOA, fiberglass hull, outboard motor	4 300	GN/LL	2010	T/B
<b>PANAMA</b>					
High-seas 1	≥100 NRT	344	83 LL; 261 PS/TX	2015	T/B
High-seas 2	10-99 NRT				
Coastal 1	<10 NRT; limited autonomy	3 554	GN/LL/LX	2010	T/B
Coastal 2	Rowed vessels				
International	Panamanian and foreign vessels that fish outside the 200-mile EEZ	82	26 PS/ 56 LL	2015	T

\* Inactive since 2011; † 8 of the 50 industrial vessels are <15 m LOA.

# Introduction – Introducción



**PNG**

$\leq 10$  m LOA - LTE  
 $\leq 3$  m beam - manga

**SAC-07-06b(iii)**



**NPG**

$\geq 10$  m LOA - LTE  
 $\geq 3$  m beam - manga

# Introduction – Introducción



**PNG**

## **TASK 1**

**Locations, catches, and effort data**



**NPG**

## **TASK 2**

**Size composition data**

Sampling design for a long term monitoring program  
Diseños de muestreo para un programa de monitoreo permanente

# Sampling design – Diseño de muestreo



# Sampling design – Diseño de muestreo

**How many sites?  
When? Where? How?**

**¿Cuántos sitios?  
¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Cómo?**



# Sampling design – Diseño de muestreo

**Precision:** measures statistical variability (random errors)

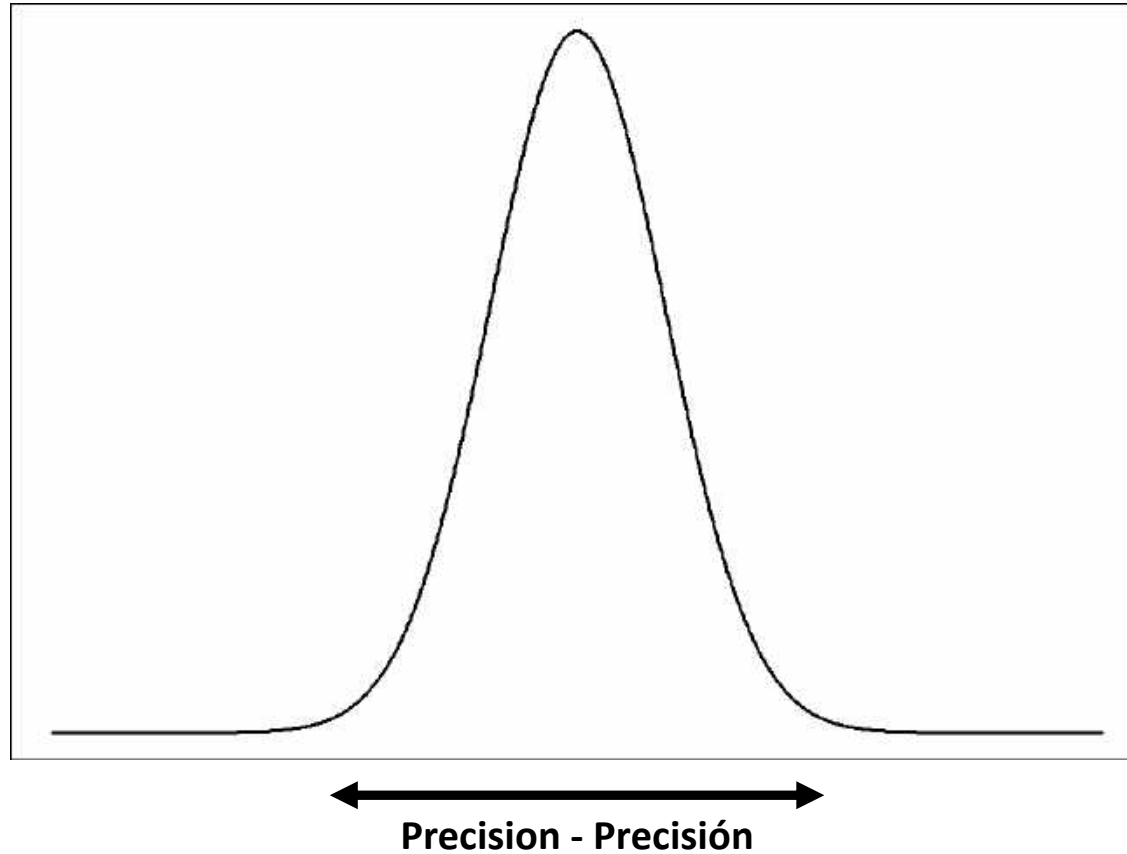
**Precisión:** mide la variabilidad estadística (errores aleatorios)

## Experiment:

- Measure 10 sharks (of 100)
- Repeat 1000 times.

## Experimento:

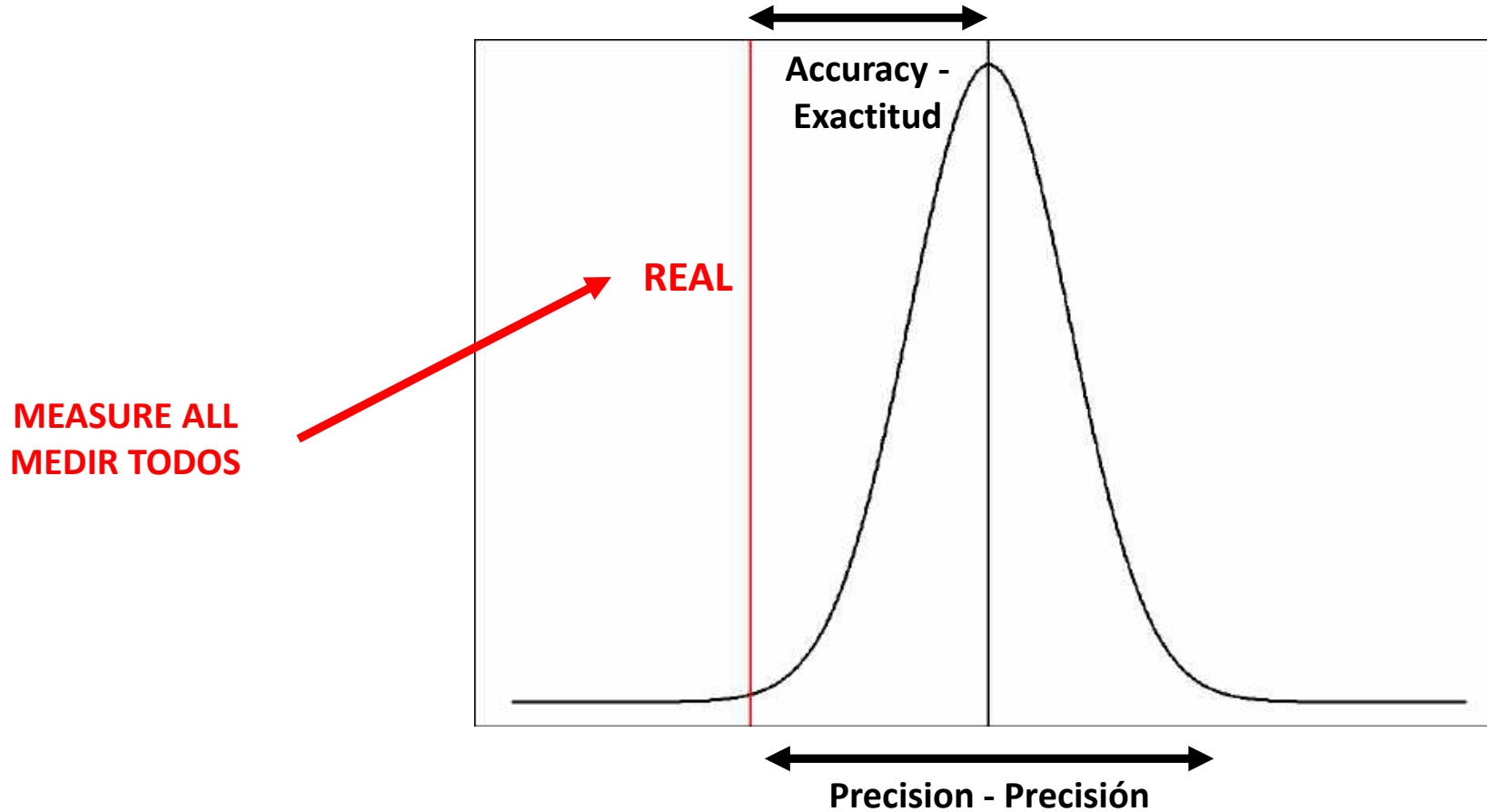
- Medir 10 tiburones (de 100)
- Repetir 1000 veces.



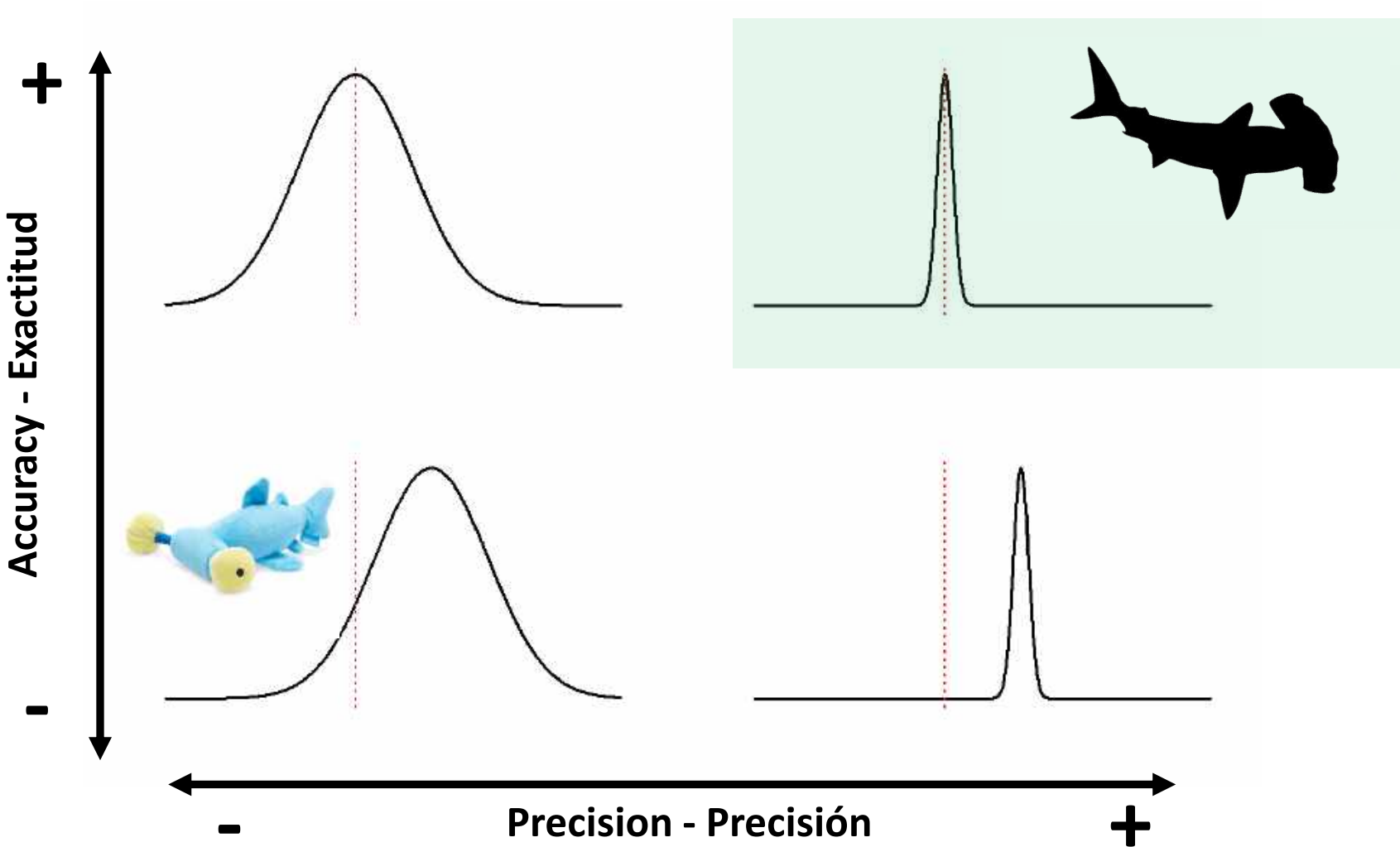
# Sampling design – Diseño de muestreo

**Accuracy:** measures statistical bias (systematic errors)

**Exactitud:** mide el sesgo estadístico (errores sistemáticos)



# Sampling design – Diseño de muestreo



## SIMULATIONS SIMULACIONES

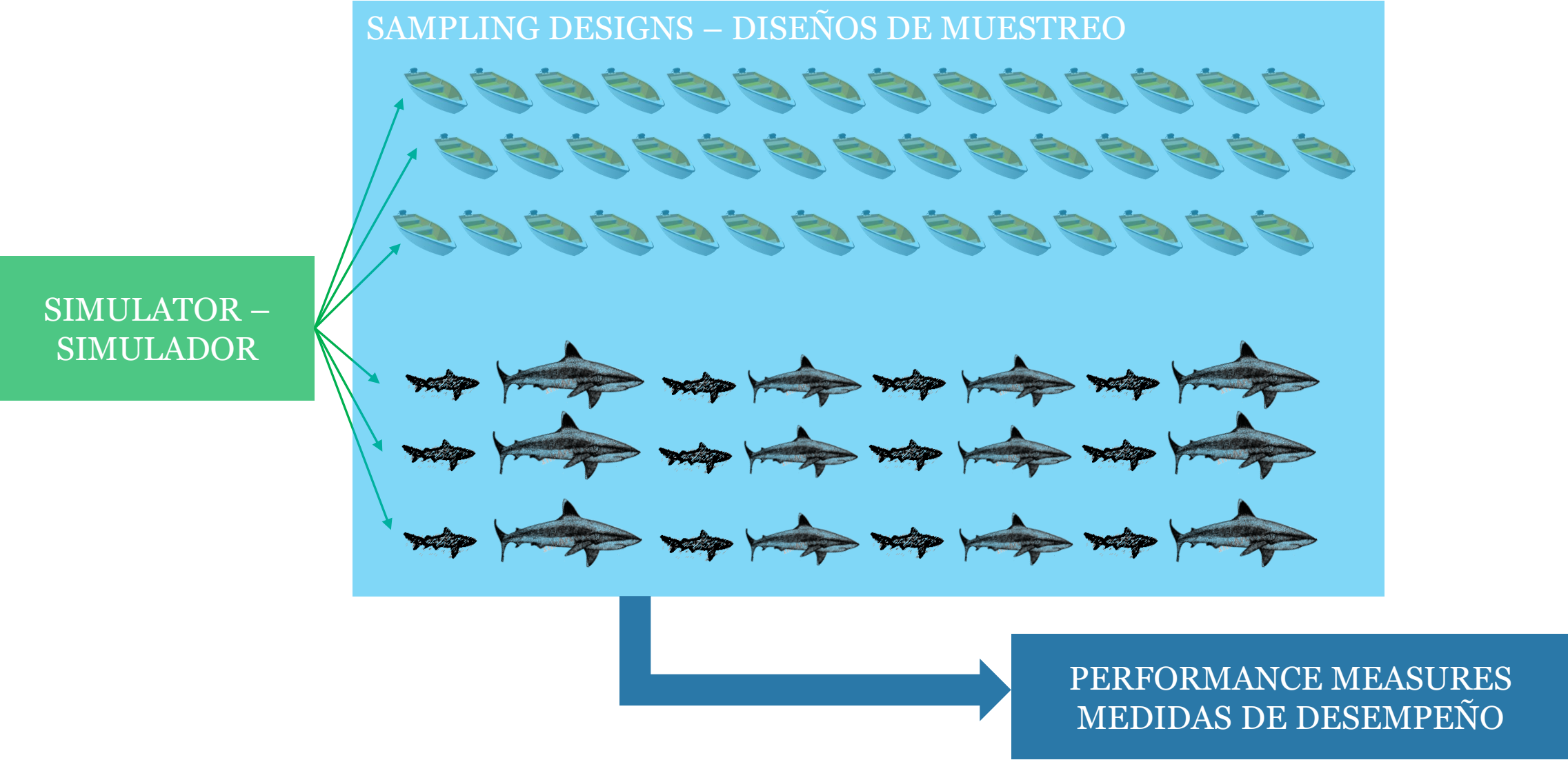
### **Experiment:**

- Measure 10 sharks (of 100)
- Repeat 1000 times.

### **Experimento:**

- Medir 10 tiburones (de 100)
- Repetir 1000 veces.

# Sampling design – Diseño de muestreo



**Task 1: Determine location, catches, and effort of the panga (PNG) fleet**

**Tarea 1: Determinar la ubicación, capturas y esfuerzo de la flota de pangas (PNG)**



# Task 1: Locations, catches, and effort of the panga (PNG) fleet

## Tarea 1: Ubicación, captura y esfuerzo de la flota de pangas (PNG)

- **1.1: Mapping shark landing sites:** Identify and map all sites where shark catches are potentially landed along each country's EPO coastline;
  - **1.2: Landing sites characterization:** Verify mapped landing sites in situ, and collect data on site characteristics and the level of fishing activity;
  - **1.3: Catch and effort survey:** Collect data at selected landing sites on vessel operations and catch composition;
  - **1.4: Order-of-magnitude estimates:** Compute order-of-magnitude estimates of shark catches landed at all sites, using information from 1.1-1.3;
  - **1.5: Catch sampling designs:** Develop possible catch sampling designs and conduct simulations to evaluate performance.
- 
- **1.1: Mapeo de los sitios de desembarque:** Identificar y mapear todos los sitios donde capturas de tiburones son potencialmente desembarcadas a lo largo de cada país de la costa del PSO;
  - **1.2: Caracterización de los sitios de desembarque:** Verificar in situ los sitios de desembarque mapeados y coleccionar información sobre las características del sitio y la actividad de pesca;
  - **1.3: Encuesta de captura y esfuerzo:** Colectar información en lugares de desembarque seleccionados sobre la operación de las embarcaciones y la composición de las capturas;
  - **1.4: Estimación del orden de magnitud del desembarque de tiburones:** Calcular el orden de magnitud de los desembarques de tiburones en todos los sitios, usando información de 1.1-1.3;
  - **1.5: Diseño de muestreo para desembarques:** Desarrollar posibles diseños de muestreo para los desembarques y realizar simulaciones para evaluar su desempeño.

# 1.1: Mapping shark landing sites

## 1.1: Mapeo de los sitios de desembarque



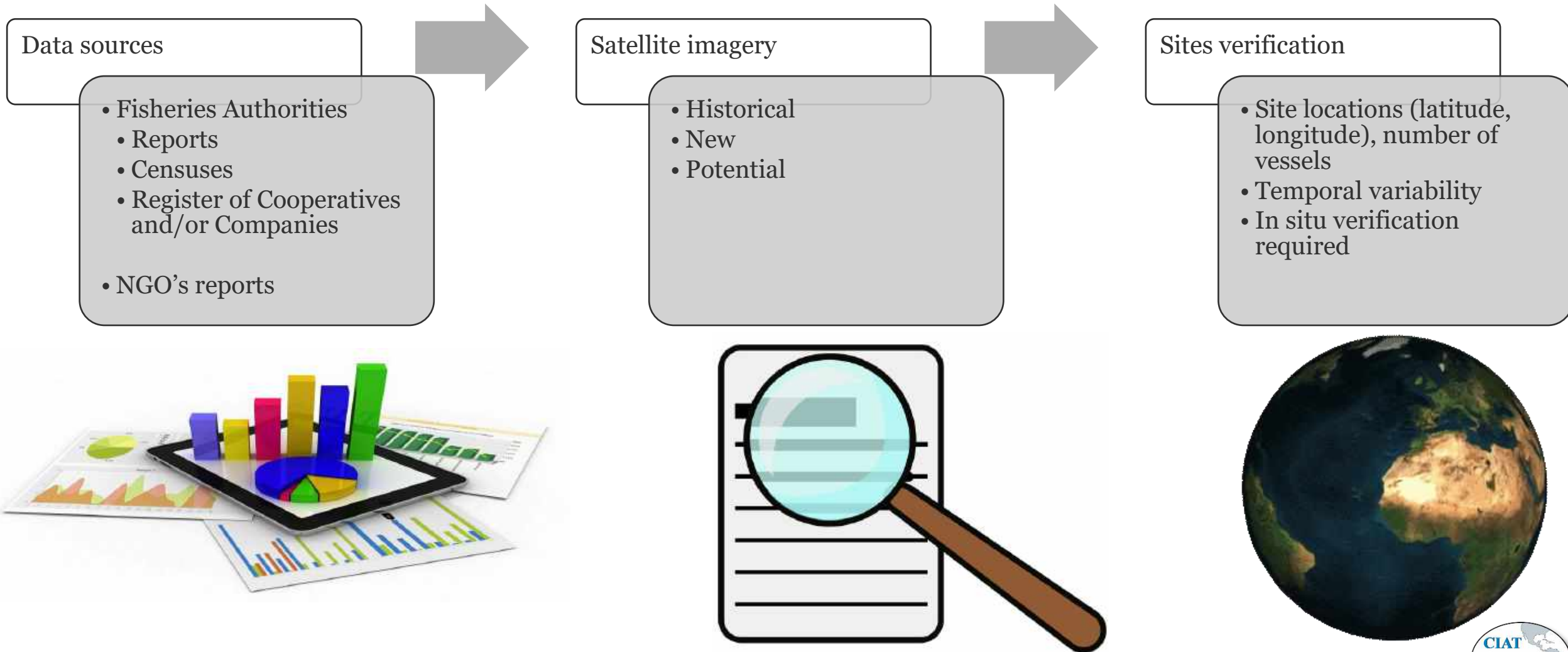
**Identification of landing sites:  
new and potential.**

**Identificación de sitios de  
descarga: nuevos y potenciales**



# 1.1: Mapping shark landing sites

## 1.1: Mapeo de los sitios de desembarque



## 1.2: Landing sites characterization

## 1.2: Caracterización de los sitios de desembarque



Site invisible – Sitios invisibles



Landing site found during site visit.  
Sitio de desembarque encontrado durante las visitas.

### *In situ verification*



Sites dedicated to purposes other than fishing.  
Sitios dedicados a propósitos diferentes a la pesca.

# 1.2: Landing sites characterization

## 1.2: Caracterización de los sitios de desembarque

### Fishing localities and landing sites

### Localidades pesqueras y sitios de desembarque

	Fishing localities – Localidades pesqueras		Landing sites – Sitios de desembarque	
	Total	With shark landings – Con desembarques de tiburones	Total	With shark landings – Con desembarques de tiburones
Costa Rica	121	41	152	102
El Salvador	89	55	244	183
Guatemala	51	32	182	133
Nicaragua	39	34	149	109
Panama	39	36	68	52
Total	339	198	795	579

## Landing site in Central America

Fishery landing site in each country of Central America



Google Earth

© 2019 Google  
All rights reserved.  
Data © 2019 Google, NASA, etc.  
© 2019 Google

1000 km

# 1.2: Landing sites characterization

## 1.2: Caracterización de los sitios de desembarque

### SITES – SITIOS

Tipo de información	Variables registradas
Barcos	Número total observado al momento de realizar la entrevista, número reportado por los pescadores.
Esfuerzo	Tipo de motor y caballaje, rango (m), número de barcos activos, número promedio de días de pesca por embarcación, número de días de descanso entre viajes, número de pescadores por embarcación.
Arte de pesca	<u>Palangre</u> : número de lances, longitud de la línea madre, anzuelos (número, tipo, tamaño), días efectivos de pesca, carnada, posición vertical de la línea en la columna de agua, uso de reinales de acero. <u>Redes agalleras</u> : número de lances, largo y profundidad de la red, posición vertical de la red en la columna de agua, tamaño de malla.
Captura	Especies principales desembarcadas y tipo de captura procesada, diferencias estacionales (seca y lluviosa).

Information type	Variables recorded
Vessels	Total number observed while conducting the interview; number reported by fishers.
Effort	Type of motor and horse power, range (m), number of active vessels, average number of fishing days per vessel, number of rest days between fishing trips, number of fishers per vessel.
Fishing gear	<u>Longline</u> : number of sets, length of the mainline, hooks (number, type, size), effective fishing days, bait type, vertical position of longline in the water column, use of steel leaders. <u>Gillnet</u> : number of sets, length and depth of the net, vertical position of the net in the water column, mesh size.
Catch	Main species landed and type of catch processing, and differences in these by season (dry versus rainy).



## 1.2: Landing sites characterization

## 1.2: Caracterización de los sitios de desembarque

Total number of PNG vessels by country and data source

Número total de embarcaciones PNG por país y fuente de datos

	Data source – Fuente de datos			
	Registry - Registros	Satellite - Satélite	Sampling technicians - Muestreadores	Fishers - Pescadores
Costa Rica	1,653	1,064	312	1,545
El Salvador	2,926	2,213	2,770	2,448
Guatemala	1,395	1,193	662	974
Nicaragua	1,913	804	1,239	1,128
Panama	*	419	930	3071
Total	7,887	5,693	5,913	9,166

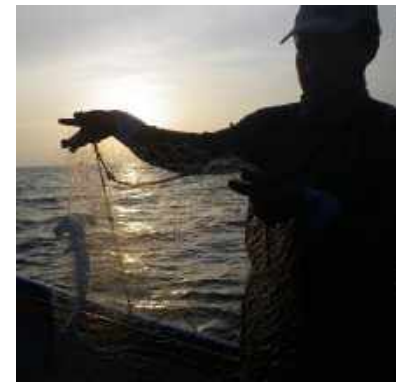
# 1.2: Landing sites characterization

## 1.2: Caracterización de los sitios de desembarque

Percent use of gears in the PNG fleet, by season.

Porcentaje de uso de artes de pesca en la flota PNG, por temporada.

%	Season - Temporada		Overall - Total
	Dry –Seca	Rainy –Lluviosa	
Gillnet – Red agallera	66	63	65
Longline – Palangre	17	19	18
Handline – Línea de mano	17	18	17
Purse seine - Cerco	≈ 0.1	≈ 0.1	≈ 0.1



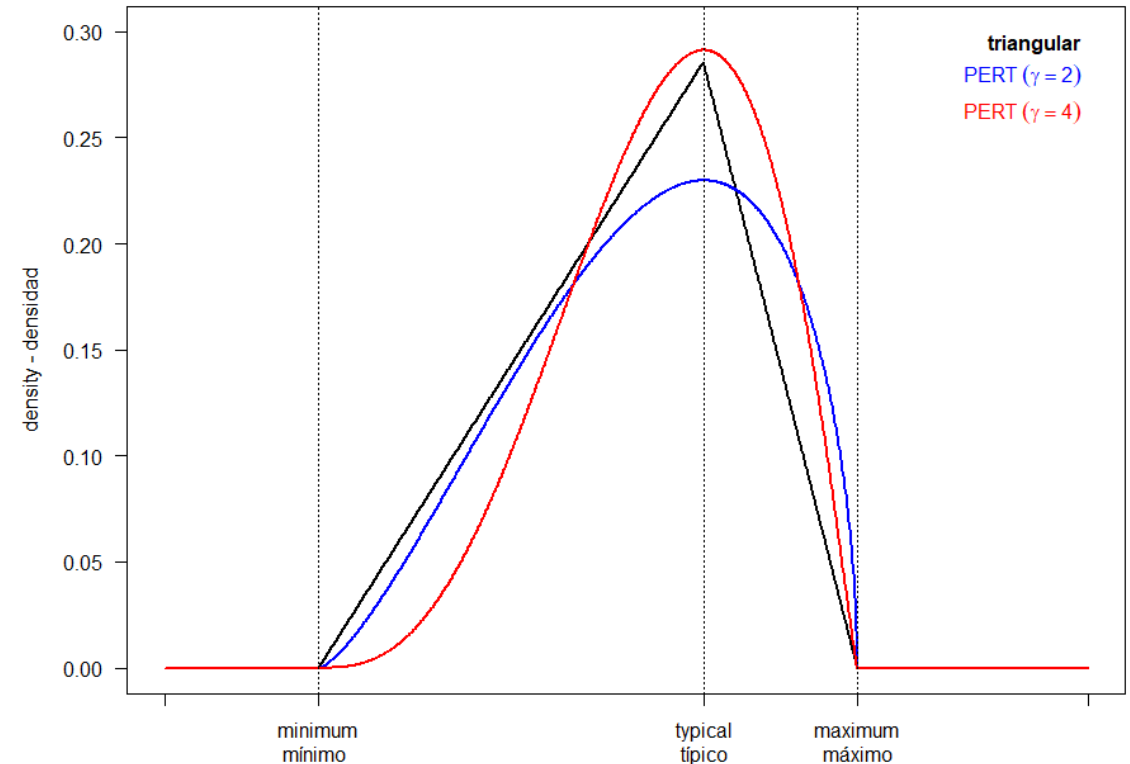
# 1.3: Catch and effort survey

## 1.3: Encuesta de captura y esfuerzo

### CATCH & EFFORT – CAPTURA Y ESFUERZO

Tipo de información	Variables registradas
Flota y tripulación	Número de barcos (presente y pasado), número de tripulantes y otros operadores en el sitio de desembarque, número de compradores con los que el barco ha trabajado durante el último año.
Esfuerzo	Número de viajes por semana y por condiciones ambientales (Bueno, malo) y estaciones (seca y lluviosa).
Captura	Volumen de descarga por viaje (mínimo, máximo y típico) por estación y, para tiburones, por estadio (neonate, juvenile y adulto); estacionalidad de los desembarques (inicio, final y mes pico); área de pesca (distancia a la costa y profundidad), tipo de procesamiento de la captura y nombre común de las especies en el sitio de descarga.

Information type	Variables recorded
Fleet and crew	Number of vessels (present and past), number of crew and other operators at the landing site, number of buyers with whom the vessel worked during the past year.
Effort	Number of trips per week by environmental conditions (good; bad) and season (dry; rainy).
Catch	Volume of landings per trip (minimum, maximum and typical) by season, and for sharks, also by life stage (neonate, juvenile and adult); seasonality of the landings (beginning, end and peak month); fishing area (distance to the coast and depth), type of processing of the catch and common name of the species in the unloading site.



Life stage - Estadio

Season – Temporada  
Environment – Ambiente

# 1.3: Catch and effort survey

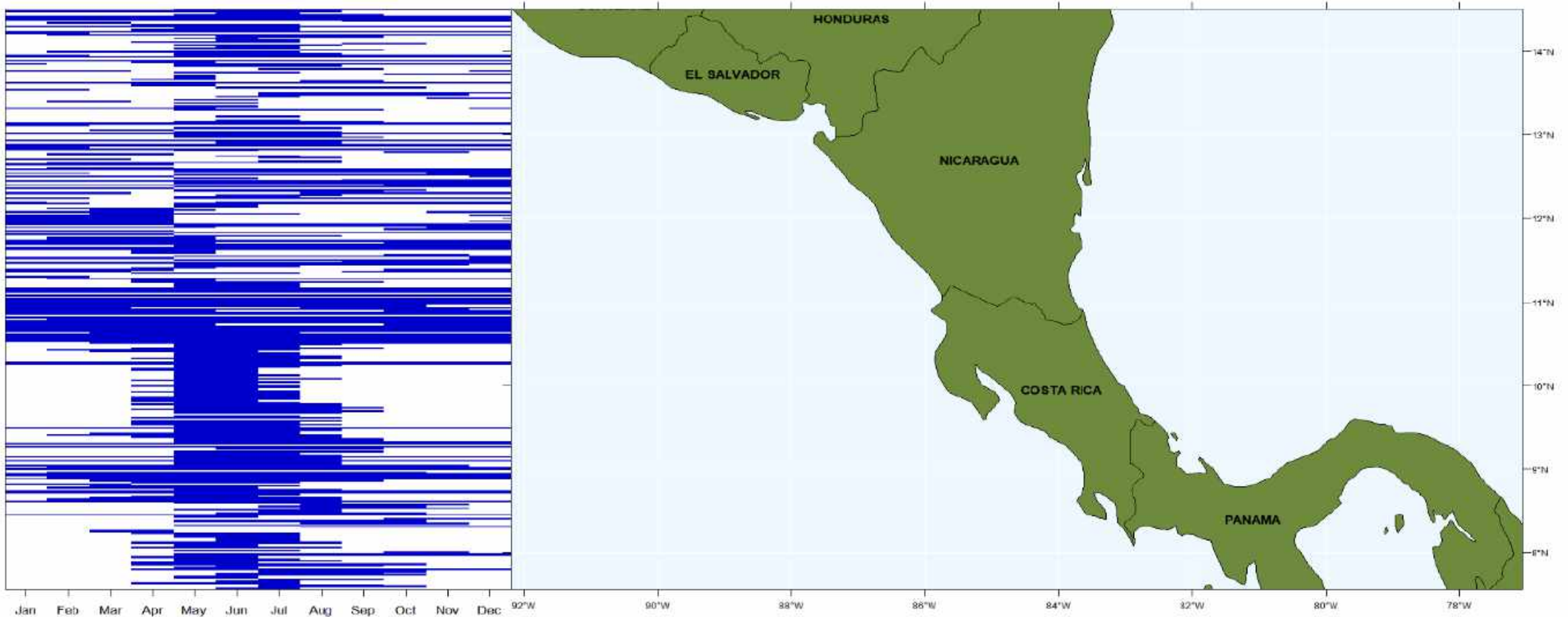
## 1.3: Encuesta de captura y esfuerzo



# 1.3: Catch and effort survey

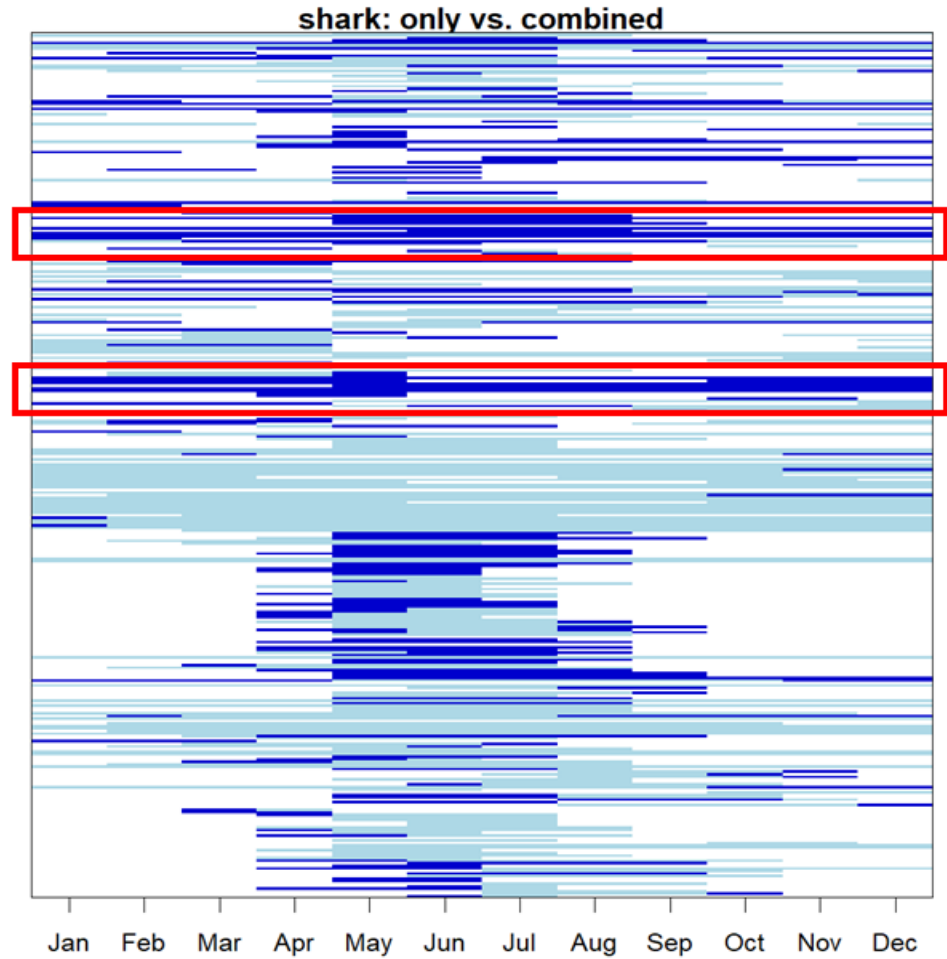
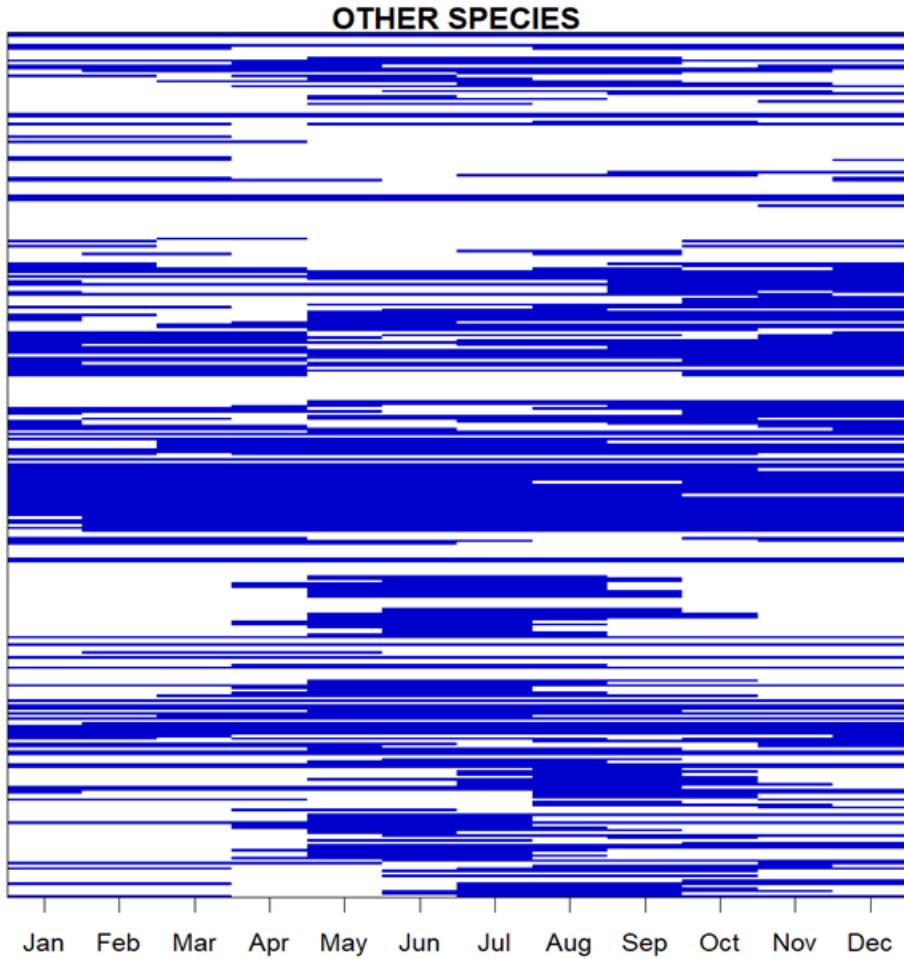
## 1.3: Encuesta de captura y esfuerzo

### Shark fisheries seasonality – Estacionalidad de las pesquerías de tiburones



# 1.3: Catch and effort survey

## 1.3: Encuesta de captura y esfuerzo



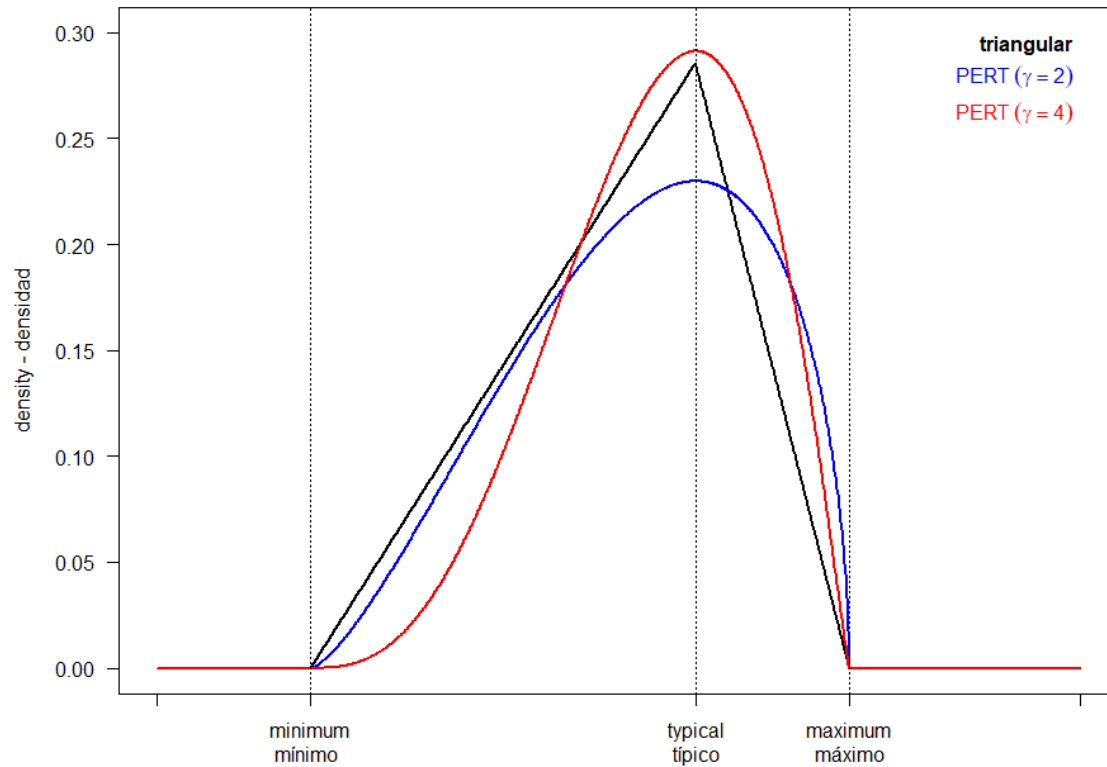
**SHARKS ONLY ALL YEAR ROUND**

ONLY SHARKS, MIXED SPECIES

# 1.4: Order-of-magnitude estimates of shark landings

## 1.4: Orden de magnitud del desembarque de tiburones

### SIMULATOR



**Step 1. Simulate the number of trips per week per vessel**

**Step 2. Simulate  $n_{trips}$  catches**

**Step 3. Estimate catch per week per vessel**

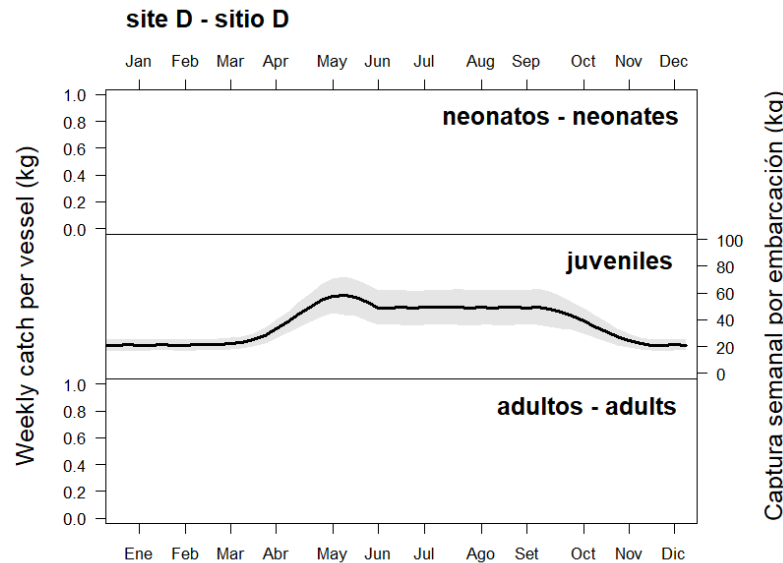
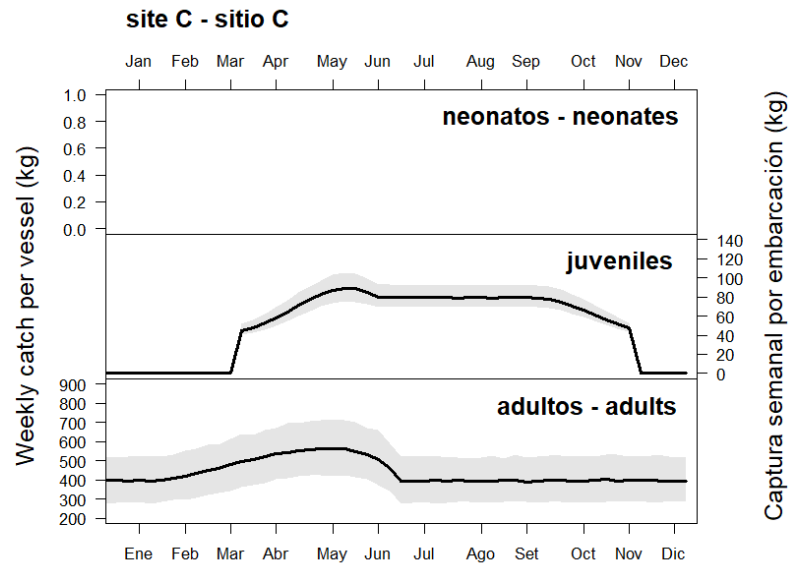
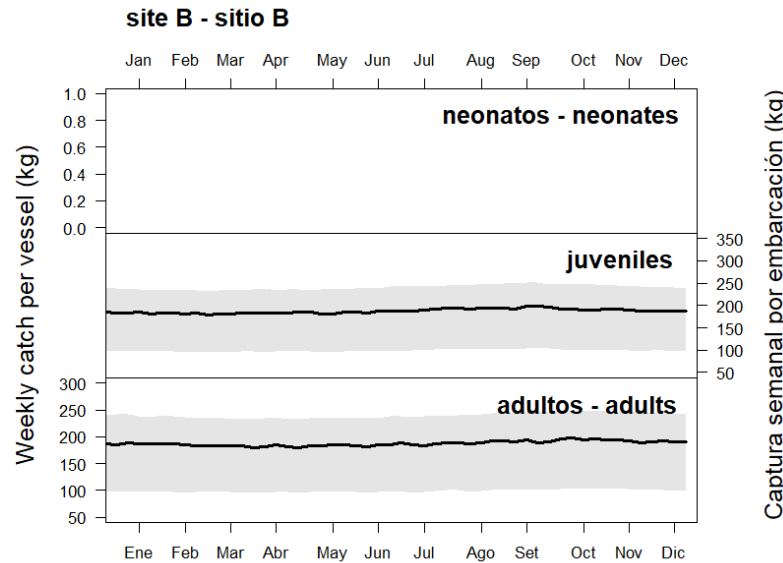
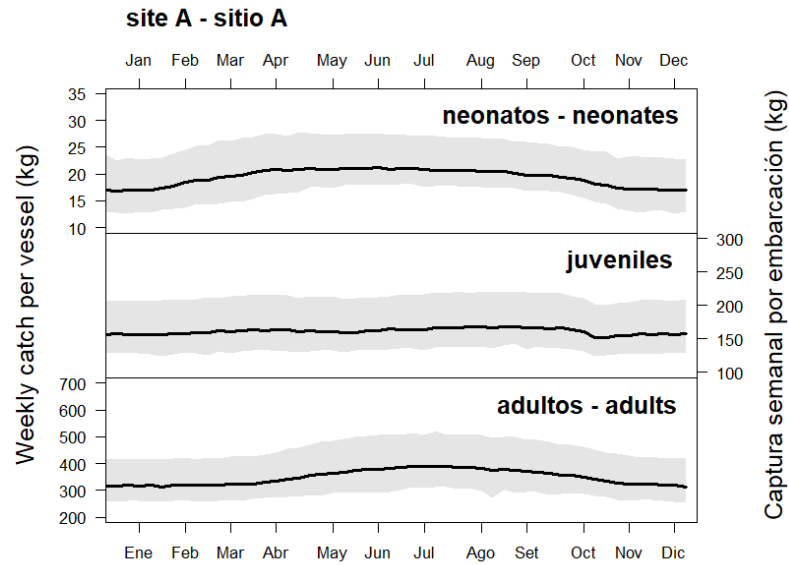
**Paso 1. Simular el número de viajes semanales por embarcación**

**Paso 2. Simular  $n_{trips}$  capturas**

**Paso 3. Estimar la captura semanal por embarcación**

# 1.4: Order-of-magnitude estimates of shark landings

## 1.4: Orden de magnitud del desembarque de tiburones



**To date, have sampled:  
6.4% landing sites  
10% of fishing localities**

**A la fecha, muestreados:  
6.4% sitios  
10% localidades**

# 1.4: Order-of-magnitude estimates of shark landings

## 1.4: Orden de magnitud del desembarque de tiburones

Estimating total catch for unsampled sites

Stratify by:

Mangroves and beaches

Number of vessels

Distance to major ports, rivers and cities

Estimación de captura para sitios no-muestreados

Estratificar por:

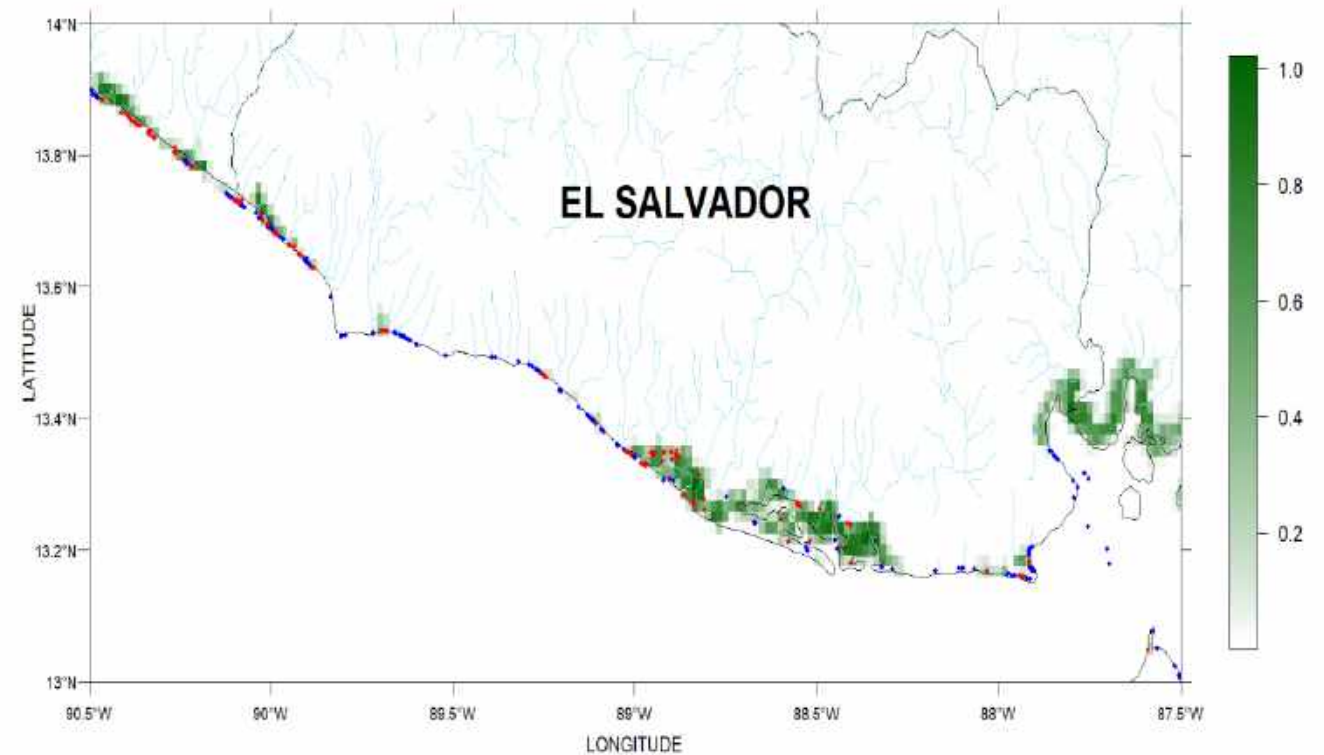
Manglares y playas

Numero de barcos

Distancia a mayores puertos, ciudades y ríos

Landing sites, mangrove coverage and rivers in El Salvador

Sitios de desembarque, cobertura de manglares y ríos en El Salvador



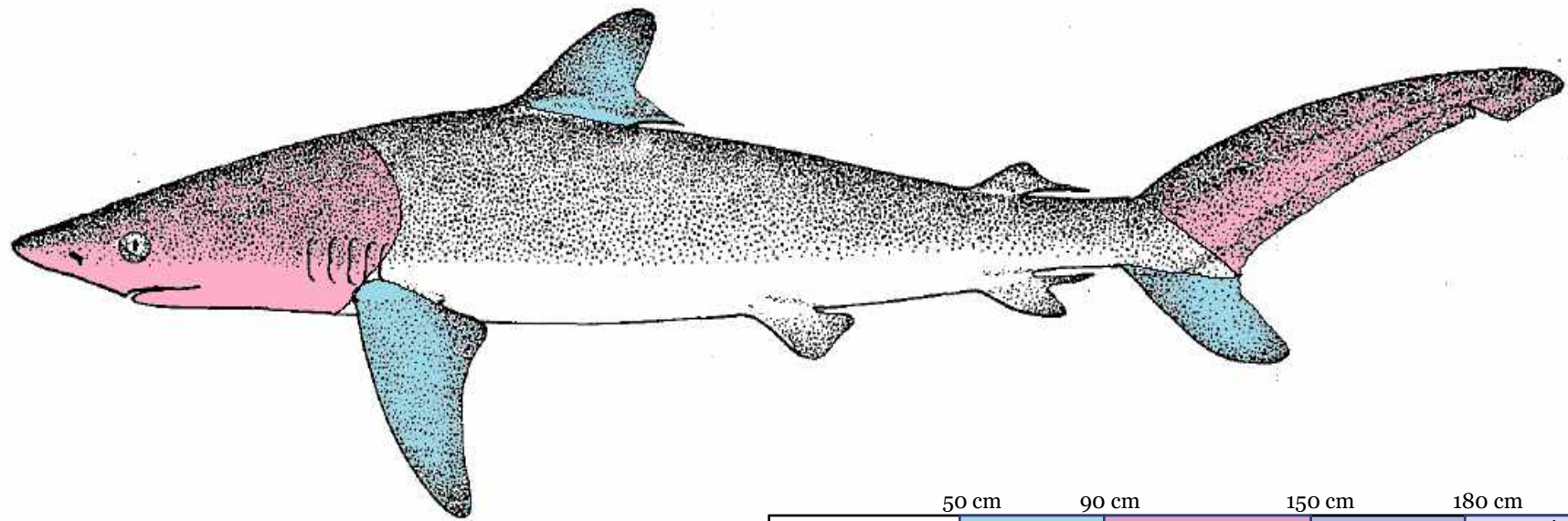
# 1.4: Order-of-magnitude estimates of shark landings

## 1.4: Orden de magnitud del desembarque de tiburones

LONGITUD TOTAL

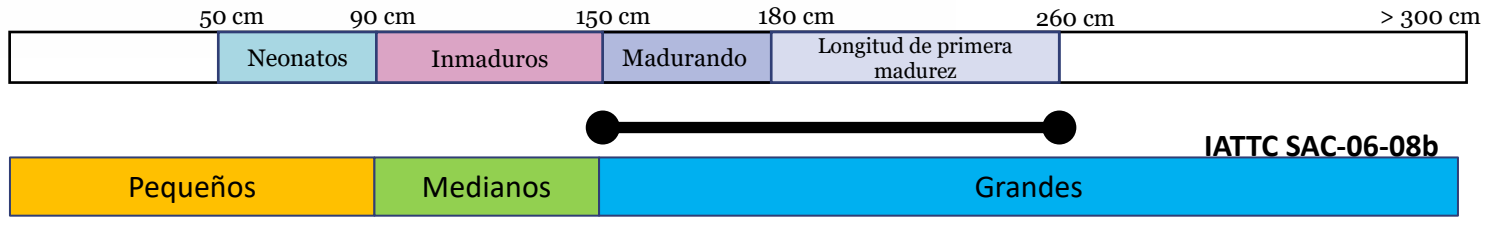
LONGITUD A LA ORQUILLA

LONGITUD PRE-CAUDAL



ON THE SEA – EN EL MAR

LANDING – DESEMBARQUE



## 1.5: Catch sampling designs

## 1.5: Diseño de muestreo para desembarques

### SAMPLING DESIGNS

The observer remains in the same fishing locality for  $n$  weeks

The observer travels to another fishing locality

The observer travels to different landing sites within the same fishing locality

El observador permanece en la misma localidad pesquera por  $n$  semanas.

El observador viaja a otra localidad pesquera

El observador viaja a distintos sitios de desembarque dentro de la misma localidad pesquera.

### Individual-based model – Modelo basado en individuos



**Task 2: Sampling designs for composition data on NPG vessels**

**Tarea 2: Diseños de muestreos para datos de composición en la flota NPG**



## Task 2: Sampling designs for composition data on NPG vessels

### Tarea 2: Diseños de muestreos para datos de composición en la flota NPG

- **2.1: Survey on unloading practices:** In-situ surveys of vessels and landing sites to collect data on unloading practices;
  - **2.2: Supersampling:** Based on results of 2.1, collect catch size and sex composition data with which to develop and test sampling designs;
  - **2.3: Composition sampling designs:** Develop sampling designs based on analysis of data collected in 2.1-2.2, and conduct simulations to evaluate performance.
- 
- **2.1: Encuesta sobre prácticas de descarga:** Encuestas In-situ a embarcaciones en los sitios de descarga para coleccionar datos sobre las prácticas de descarga;
  - **2.2: Supermuestreros:** Basados en los resultados de 2.1, coleccionar datos de composición de tamaños y sexo de las capturas para desarrollar y evaluar diseños de muestreo;
  - **2.3: Diseños de muestreo para datos de composición:** Desarrollar diseños de muestreo basados en el análisis de los datos coleccionados en 2.1-2.2, y realizar simulaciones para evaluar su desempeño.

## 2.1: Survey on unloading practices

## 2.1: Encuesta sobre practicas de descarga

A survey form completed for each vessel at every site where it landed catch.

Data collected:

**General:** fishing locality and landing site; name, registration, and length of vessel;

**Storage and processing:** how catch processed and stored aboard the vessel;

**Unloading methods:** how catch unloaded, in groups or individually, by species, size and/or quality;

**Catch accessibility for sampling:** catch handling and residence time on the dock.

Una encuesta fue completada para cada barco y cada sitio de desembarque.

Datos colectados:

**General:** localidad pesquera y sitio de desembarque; nombre, matricula y longitud del barco;

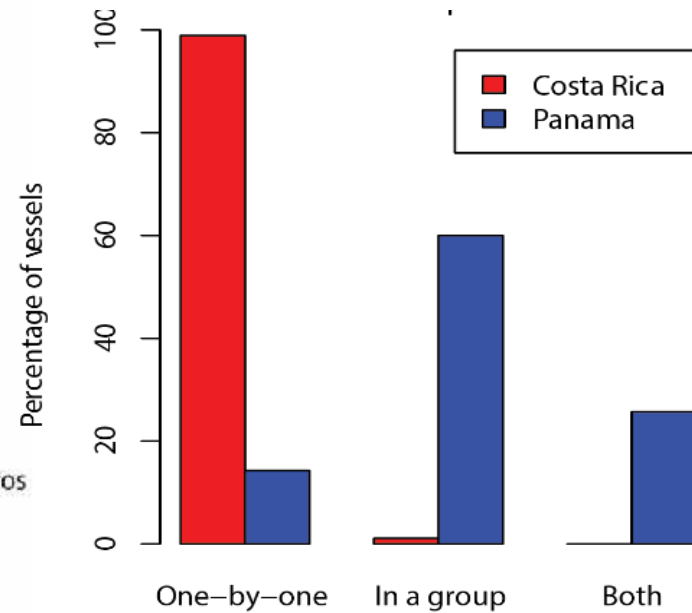
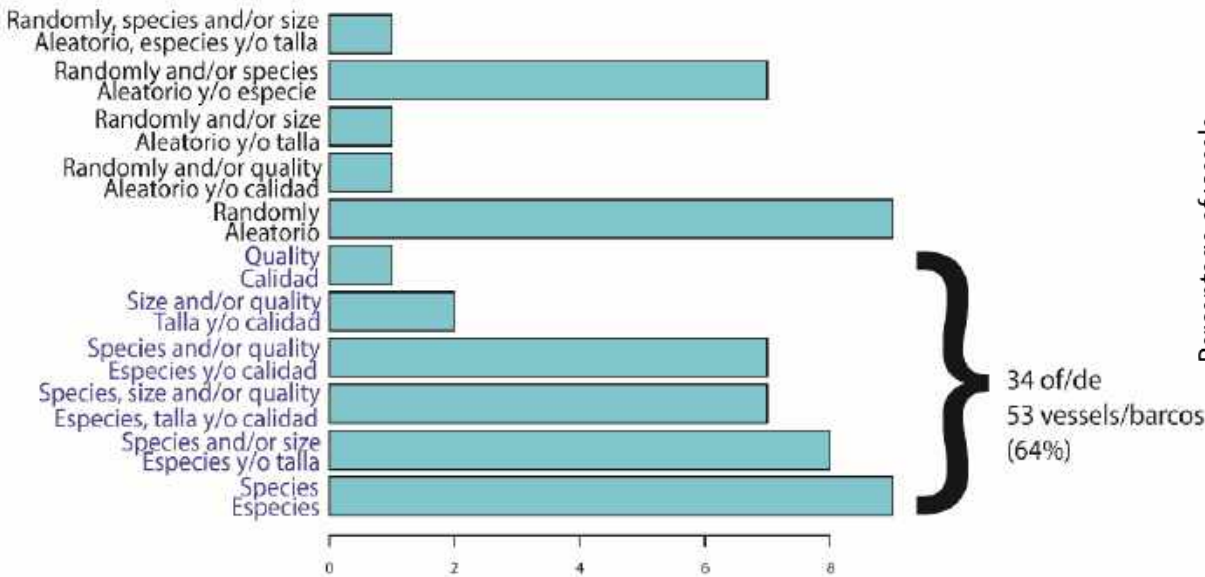
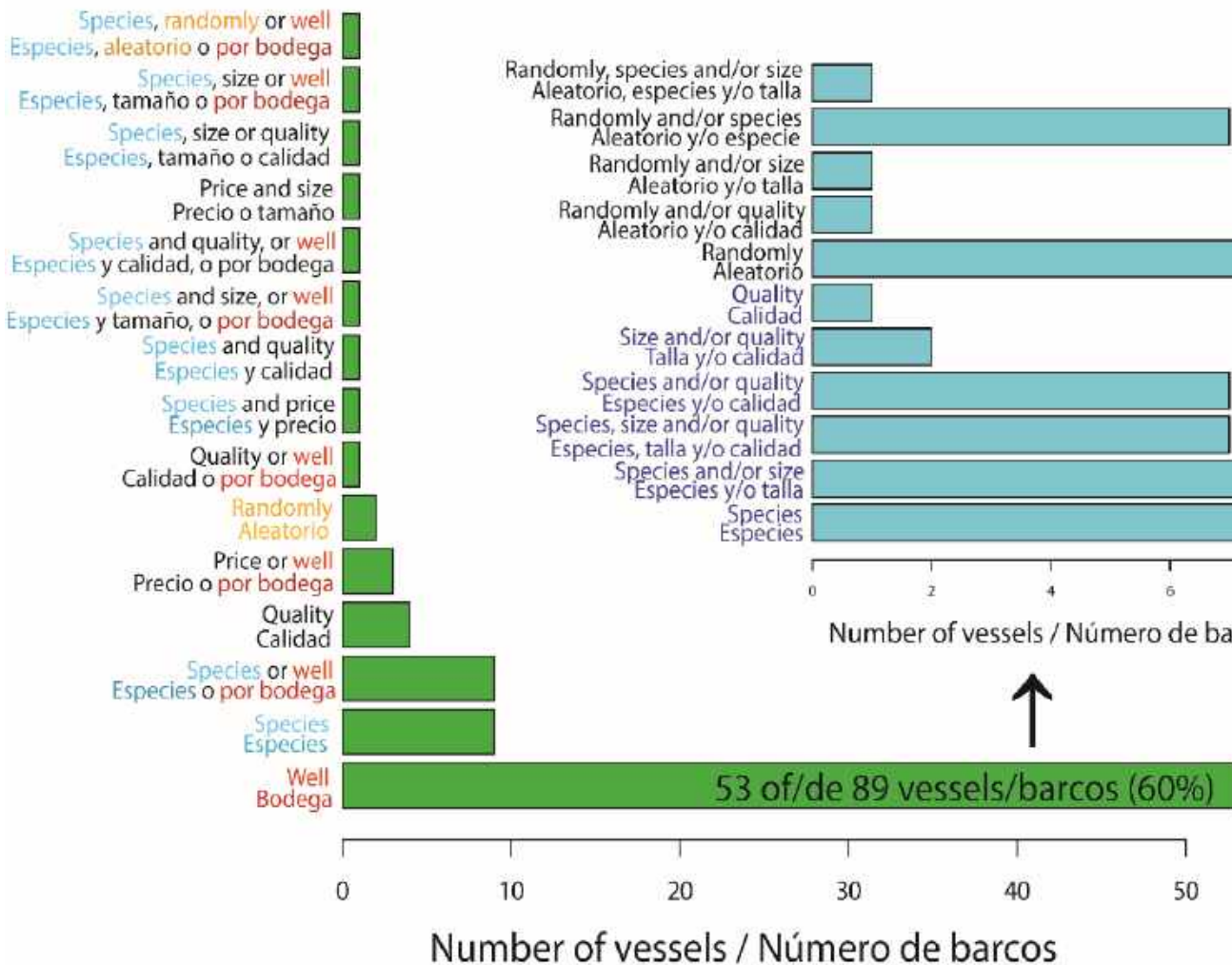
**Almacenamiento y procesado:** cómo la captura es procesada y almacenada a bordo del barco;

**Métodos de descarga:** cómo la captura es descargada; en grupos o individualmente, por especies, tamaño y/o calidad;

**Accesibilidad de la captura para el muestreo:** manejo de la captura y tiempo de residencia en el muelle.

# 2.1: Survey on unloading practices

## 2.1: Encuesta sobre practicas de descarga



**The unloading is not random**  
**La descarga no es aleatoria**



## 2.2: Supersampling

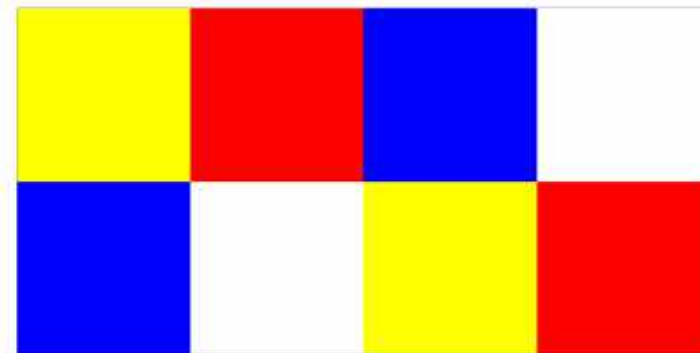
## 2.2: Supermuestreo

### Grouped unloadings

- Camera protocol developed
  - **Step 1.** Placement of reference marks
  - **Step 2.** Photograph fish with remotely-activated wireless cameras;
  - **Step 3.** Specialized computer software and the numerical methods to estimate trunk length and species.

### Descargas en grupo

- Protocolo basado en cámaras
  - **Paso 1.** Ubicación de la regla
  - **Paso 2.** Fotos actividades remotamente;
  - **Paso 3.** Procesamiento por computadora para estimar longitud y especie.



## 2.2: Supersampling

## 2.2: Supermuestreo

### One-by-one unloadings

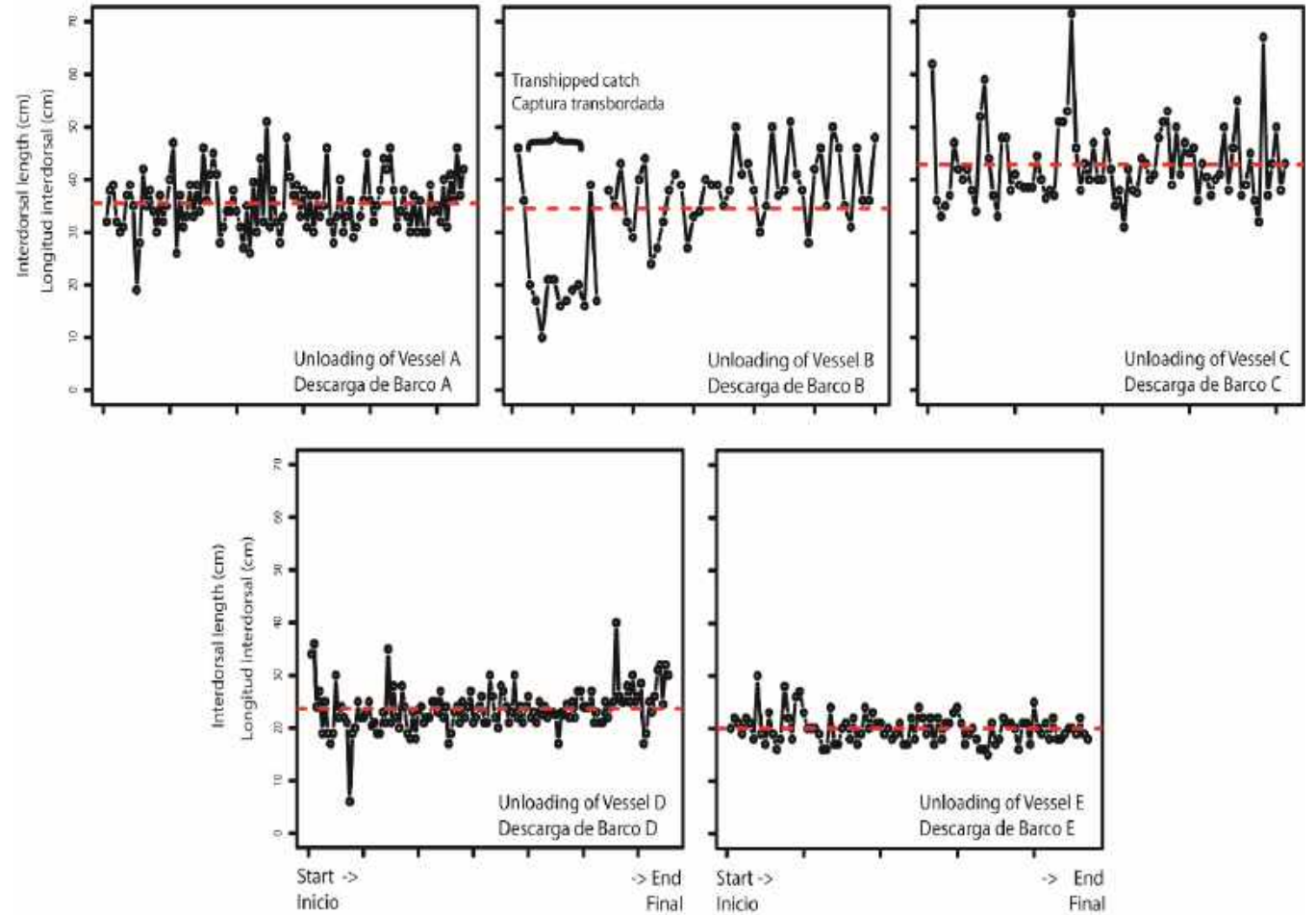
Initial super-sampling:

Measured every individual shark unloaded;  
Impractical to also record unloading order of all species.

### Descargas uno por uno

Supermuestreo inicial:

Cada tiburón es medido;  
Difícil de registrar cada pez.



# 2.2: Supersampling

## 2.2: Supermuestreo

### One-by-one unloadings

New protocol:

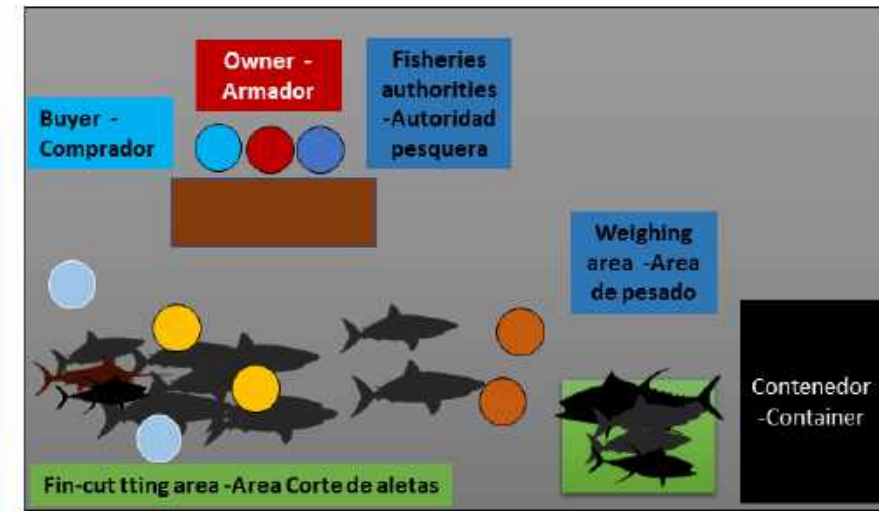
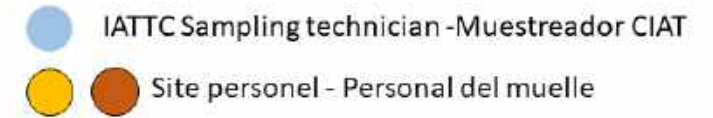
- Record all species;
- Record (commercial) weight category.

### Descargas uno por uno

Nuevo protocolo:

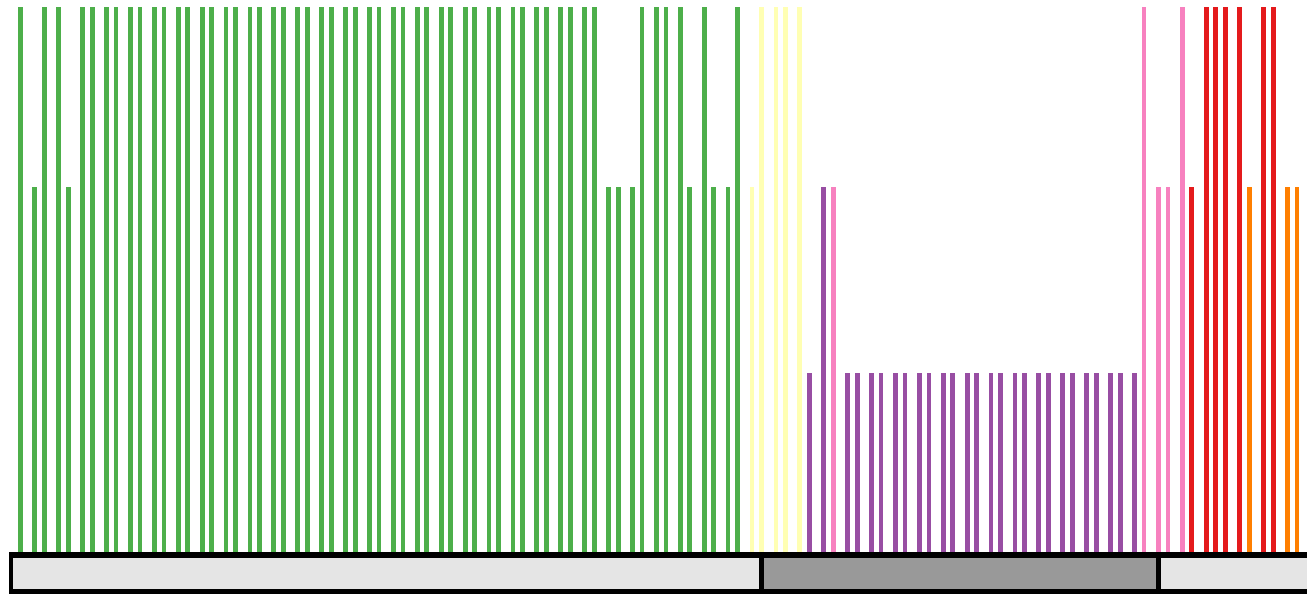
- Registrar todas las especies;
- Registrar categorías de peso a simple vista.

Taxon	Small (kg) - Pequeños (kg)	Medium (kg) - Medianos (kg)	Large (kg) - Grandes (kg)
Sharks – Tiburones	<25	25-32	>32
Dorado	<3	3-6	>6
Billfishes – Picudos	<25	25-45	>45
Tunas – Atunes	<20	20-30	>30



# 2.2: Supersampling

## 2.2: Supermuestreo



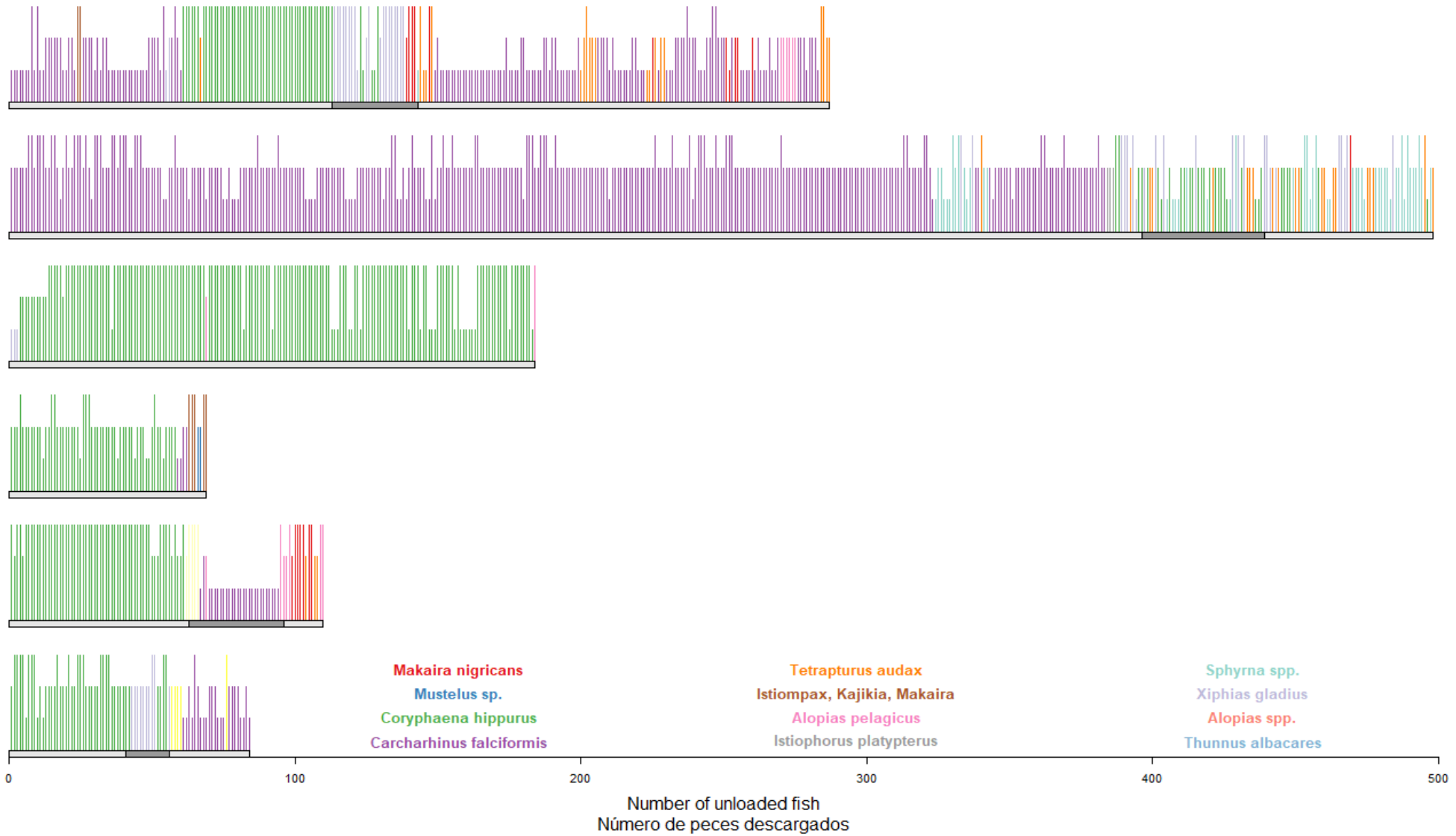
*Makaira nigricans*  
*Mustelus sp.*  
*Coryphaena hippurus*  
*Carcharhinus falciformis*

*Tetrapturus audax*  
*Istiompax*, *Kajikia*, *Makaira*  
*Alopias pelagicus*  
*Istiophorus platypterus*

*Sphyrna spp.*  
*Xiphias gladius*  
*Alopias spp.*  
*Thunnus albacares*

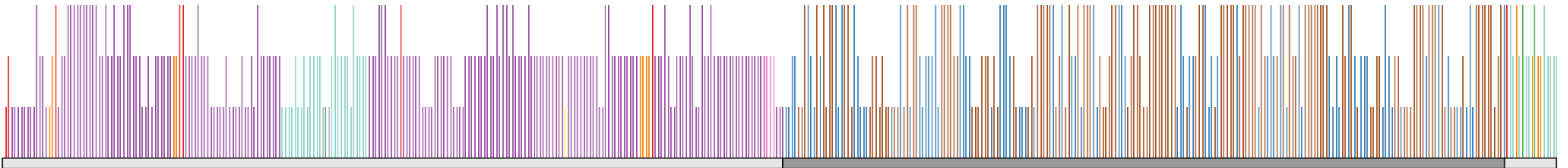
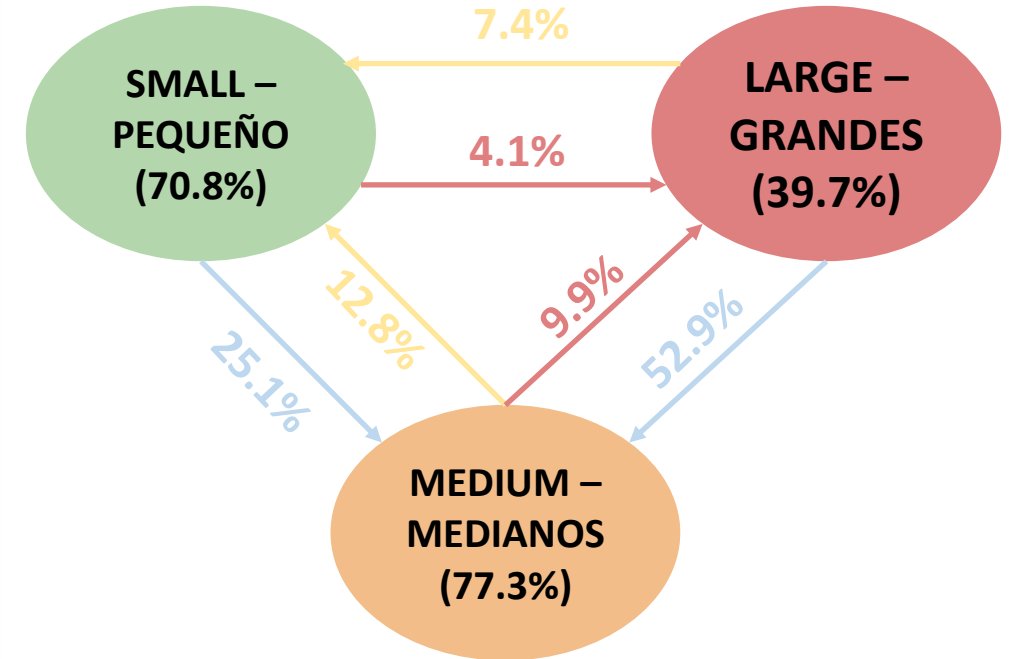
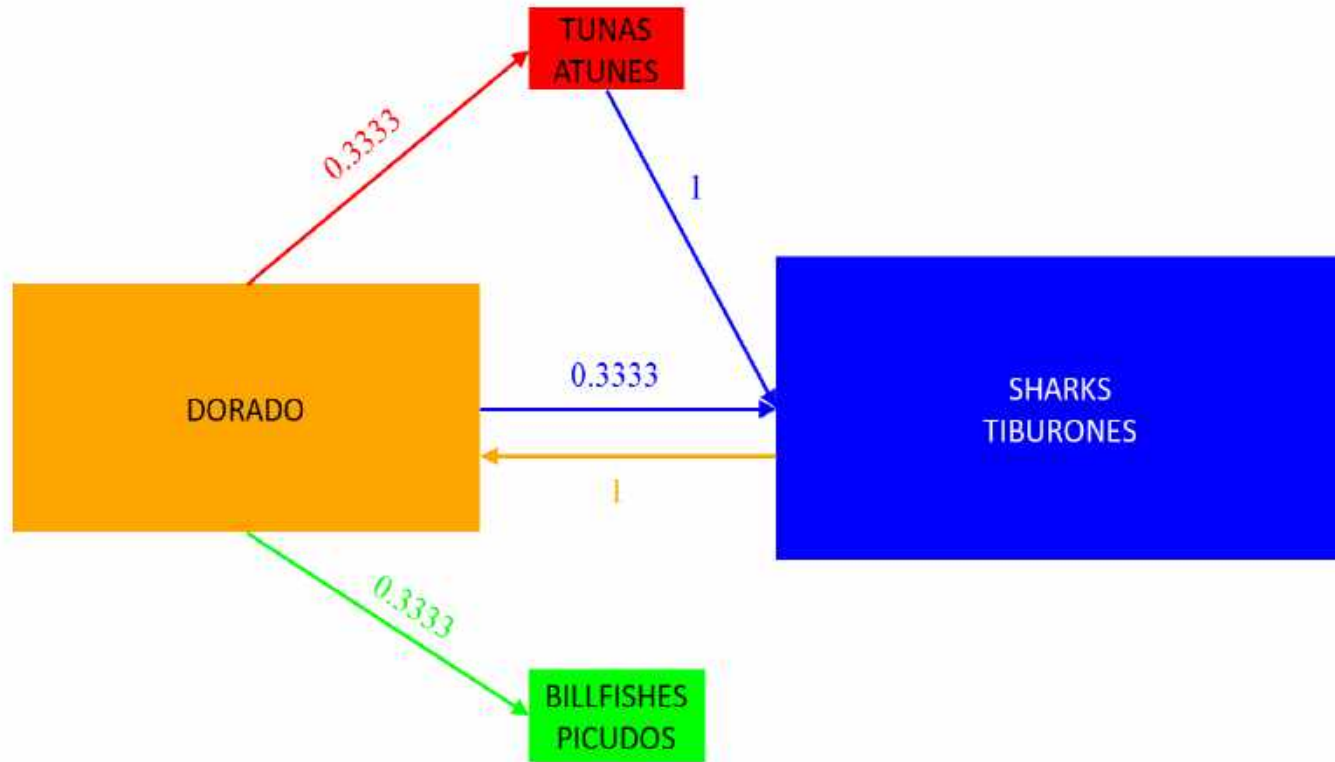
# 2.2: Supersampling

## 2.2: Supermuestreo



## 2.3: Composition sampling designs

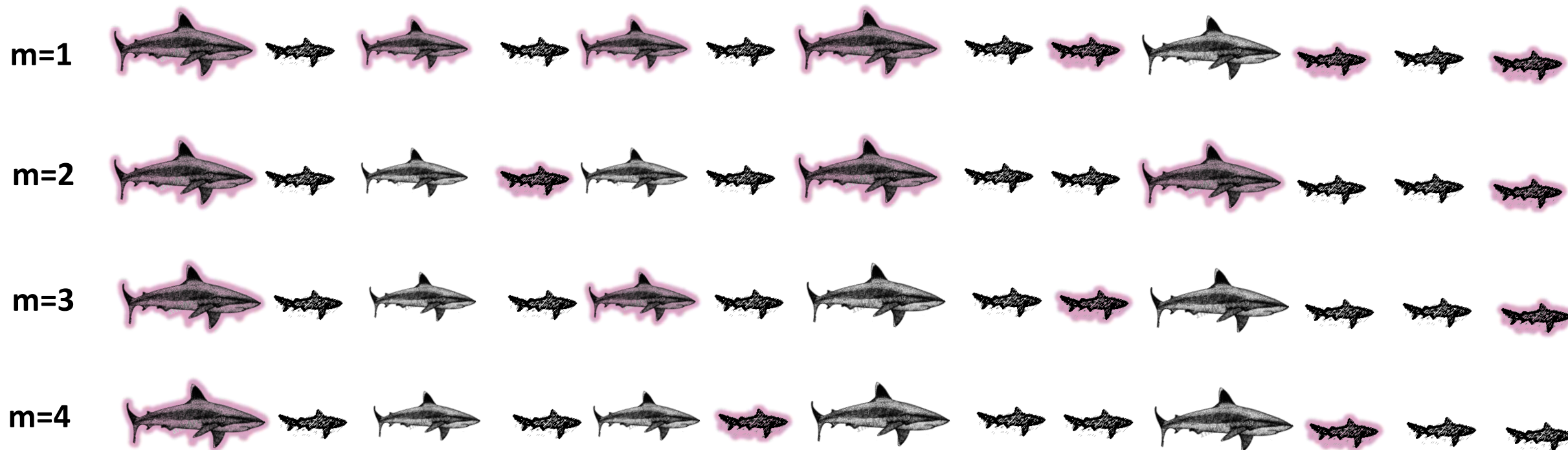
## 2.3: Diseños de muestreo para datos de composición



## 2.3: Composition sampling designs

## 2.3: Diseños de muestreo para datos de composición

### CANDIDATE SAMPLING DESIGNS – CANDIDATOS A DISEÑOS DE MUESTREO

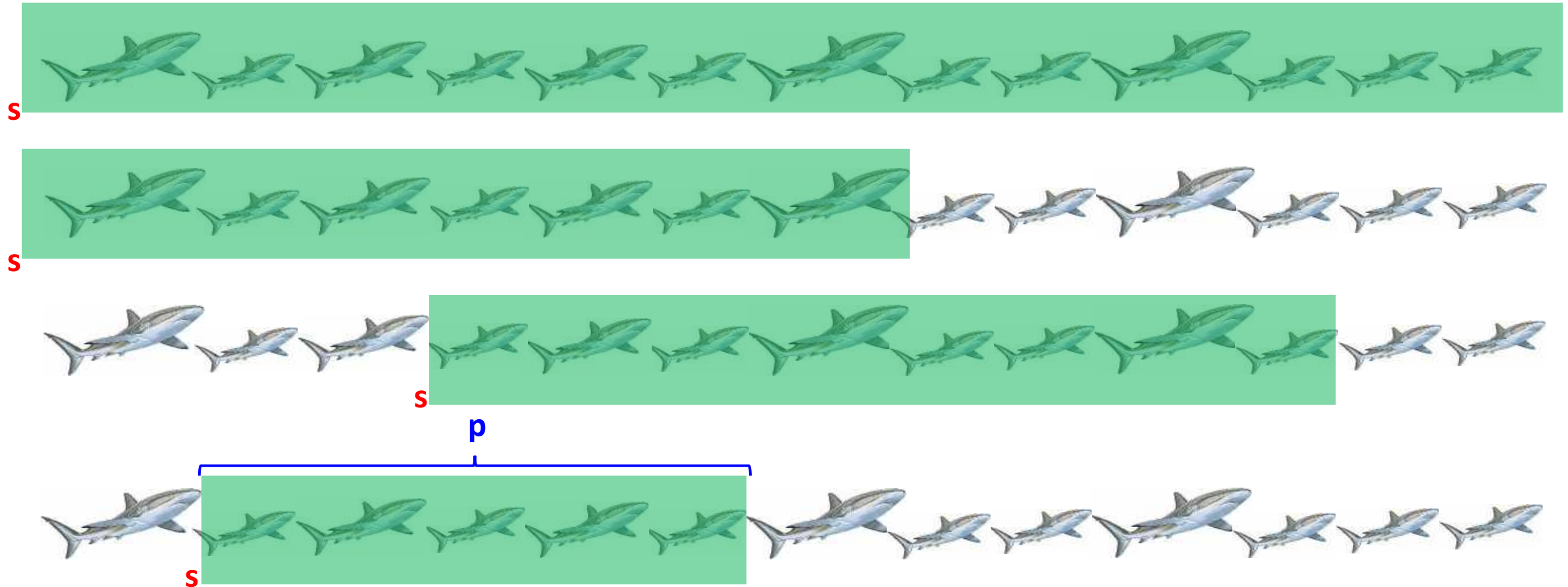


m-skipping

## 2.3: Composition sampling designs

## 2.3: Diseños de muestreo para datos de composición

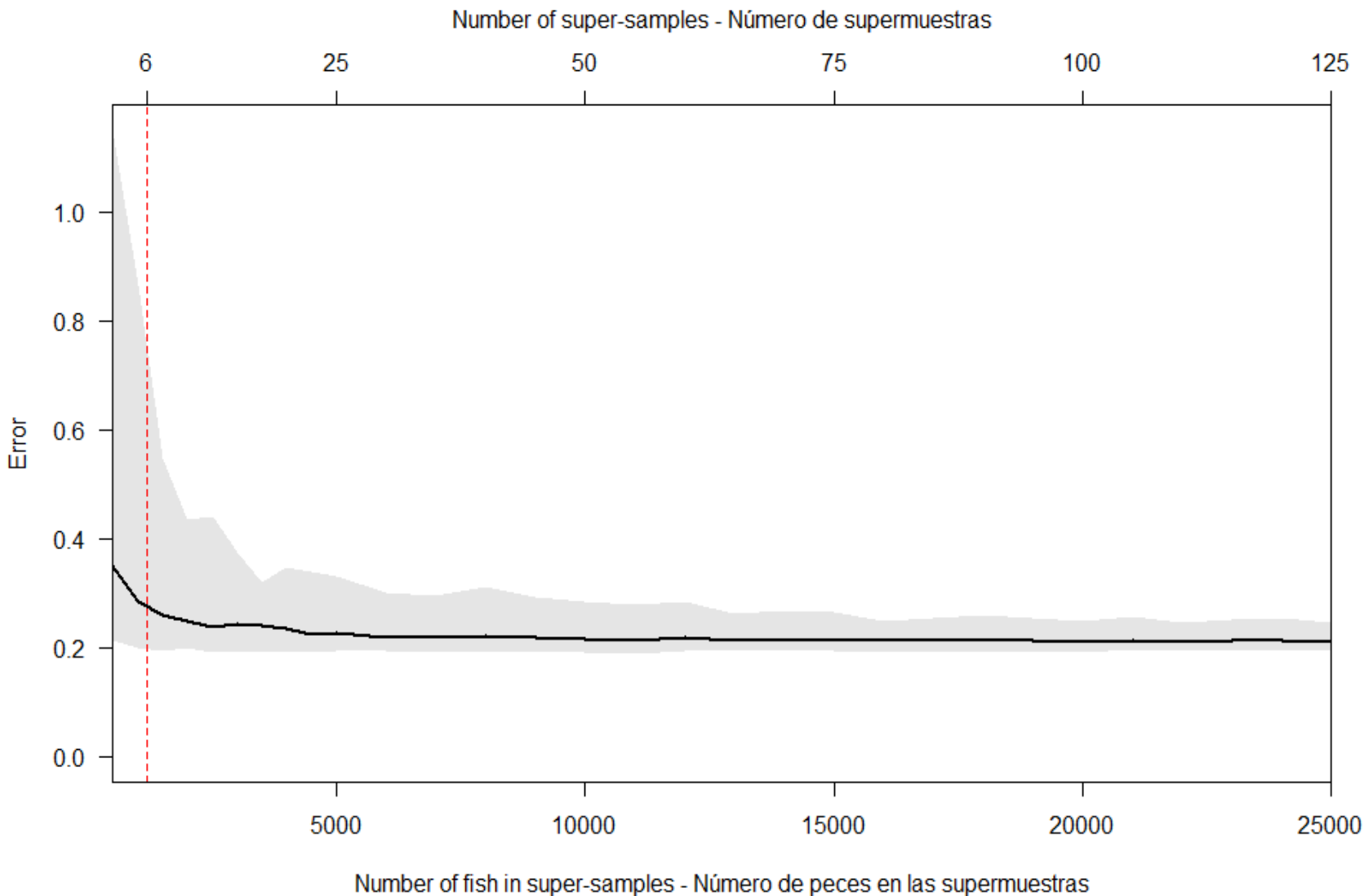
### CANDIDATE SAMPLING DESIGNS



Fraction sampled – Fracción muestreada ( $p$ ), Start of sampling – Inicio del muestreo ( $s$ )

## 2.3: Composition sampling designs

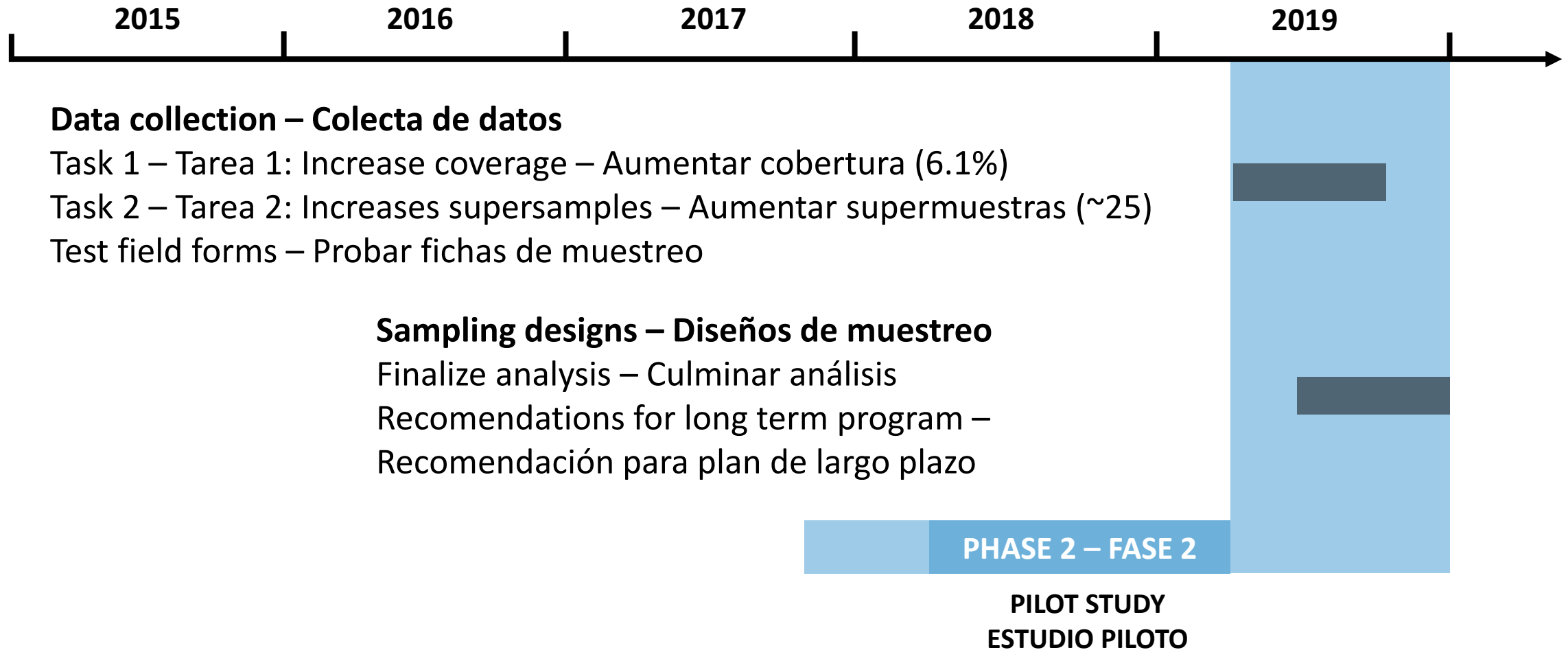
## 2.3: Diseños de muestreo para datos de composición



**More super-samples need  
to be collected**

**Más supermuestras tienen  
que ser colectadas**

# Next steps – Próximos pasos



# Long-term sampling program – Programa de largo plazo

- IATTC capacity building funds used to extend the ABNJ-GEF project to December 2019.
- The project is generating a wealth of information to develop sampling designs.
- No funding to conduct a long-term sampling program.
- Without this data the IATTC will not be able to meet the goal of Resolution C-16-05 of EPO assessments of silky and hammerhead sharks.
- Funding is currently sought for Phase 1 of the long-term sampling program to implement and fine-tune sampling methodology, logistics (Proposal C.4.b).
- Phase 2 of the long-term sampling program will follow.
- Los fondos de foment de capacidades de la CIAT serán usados para extender el Proyecto ABNJ-GEF hasta diciembre de 2019.
- El Proyecto está generando una gran riqueza de información para el desarrollo de los diseños de muestreo.
- No hay financiamiento para conducir un programa de muestreo de largo plazo.
- Sin estos datos la CIAT no podrá cumplir con el objetivo de la Resolución C-16-05 de evaluaciones de los tiburones sedoso y martillos en el OPO.
- El financiamiento busca apoyar la Fase 1 del programa de largo plazo para implementar y afinar la metodología de muestreo y logística (Propuesta C.4.b).
- La fase 2 del programa de muestreo de largo plazo seguirá a continuación.

# Acknowledgments



# CIAT IATTC



Questions