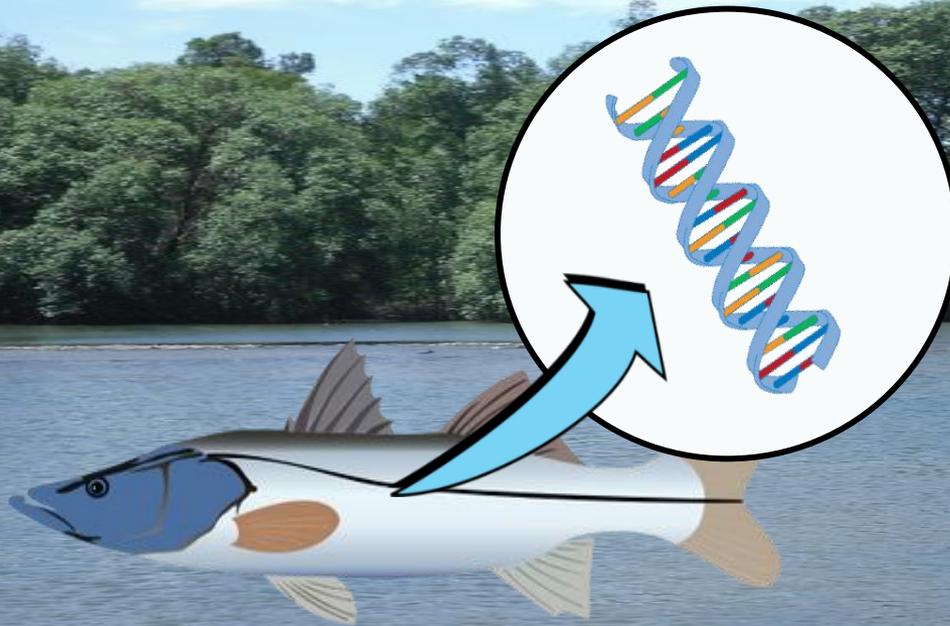


# Aplicación de las herramientas moleculares al estudio de las poblaciones marinas explotadas y su traducción en las políticas de gestión pesquera



**CARLOS VERGARA-CHEN**  
Biólogo

## Concepto de población y genética de poblaciones



- **Enfoque ecológico:** un grupo de individuos de la misma especie que habitan dentro de una zona geográfica restringida que permite el apareamiento de dos individuos cualquiera.
- **Enfoque genético:** un grupo de individuos que comparten un acervo genético común y tienen la posibilidad de aparearse.

**Genética de poblaciones:** Cuantificar la variabilidad mediante la descripción de los cambios en las frecuencias genéticas, a través del tiempo, respecto a un carácter en particular. Análisis de las causas que conducen a esos cambios.

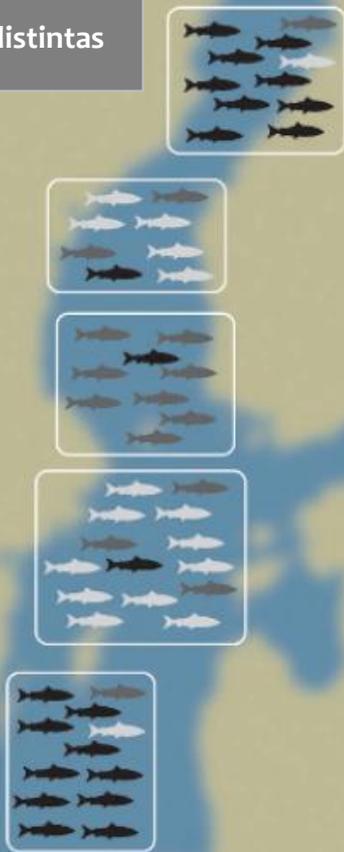
## Población y concepto de stock

Un stock biológico pesquero es un grupo de individuos de la misma especie que comparten los mismos parámetros de crecimiento y mortalidad, y habitan el mismo espacio geográfico. Un stock de manejo puede referirse a un stock biológico o a un complejo de especies que es manejado como una unidad única y que ocupa un área geográfica particular.

En términos pesqueros, es muy importante determinar la extensión de un “stock” pesquero dentro de un rango geográfico, ya que es necesario definir si la extracción de organismos en una localidad afectará a los organismos existentes en otras áreas. De manera más clara, si se llega a sobreexplotar un recurso, es necesario conocer la magnitud del área afectada, y por lo tanto si se tiene conocimiento claro del tamaño de la población, se pueden implementar mejores políticas de manejo, como lo son vedas espaciales y temporales, dependiendo de la estructura poblacional de la especie.

## Clasificación de la estructura genética de las poblaciones de organismos marinos

Poblaciones distintas



Poblaciones mixtas



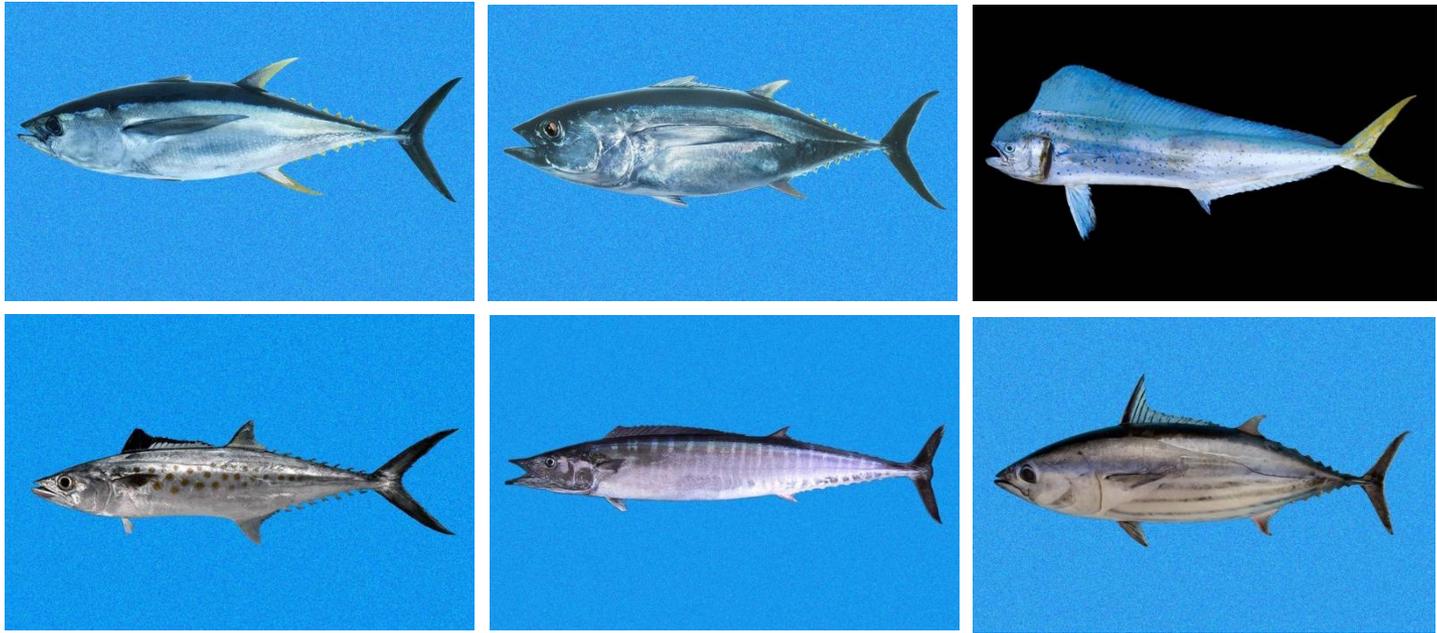
Sin diferenciación



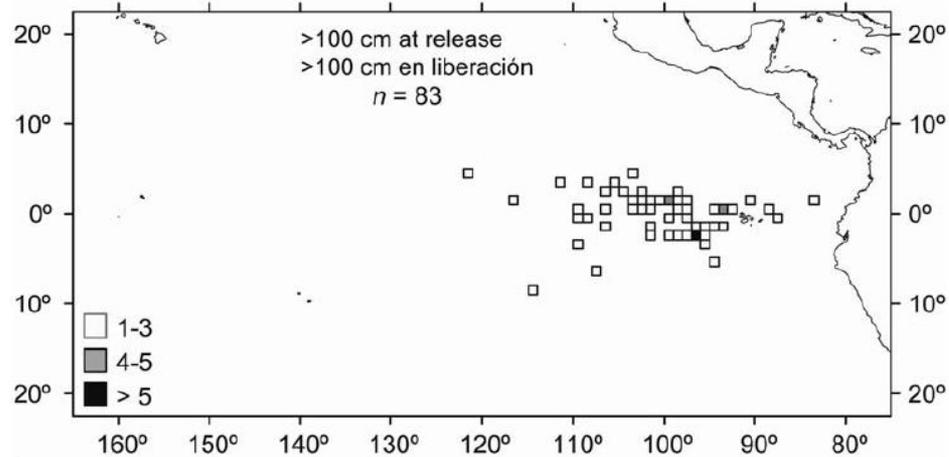
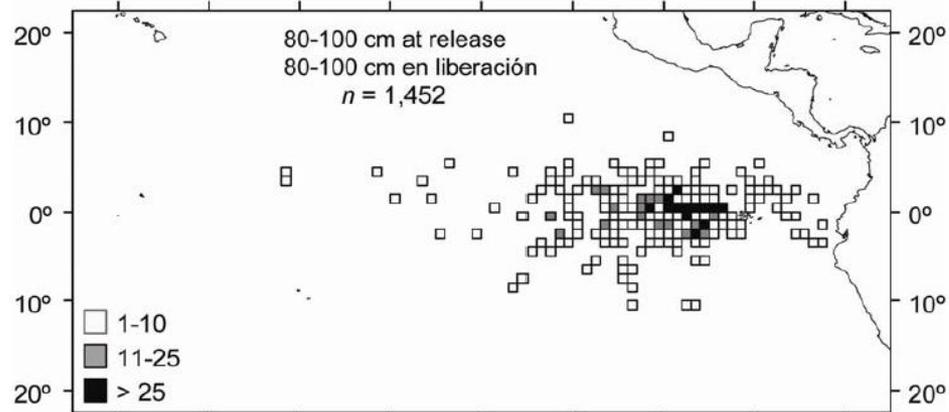
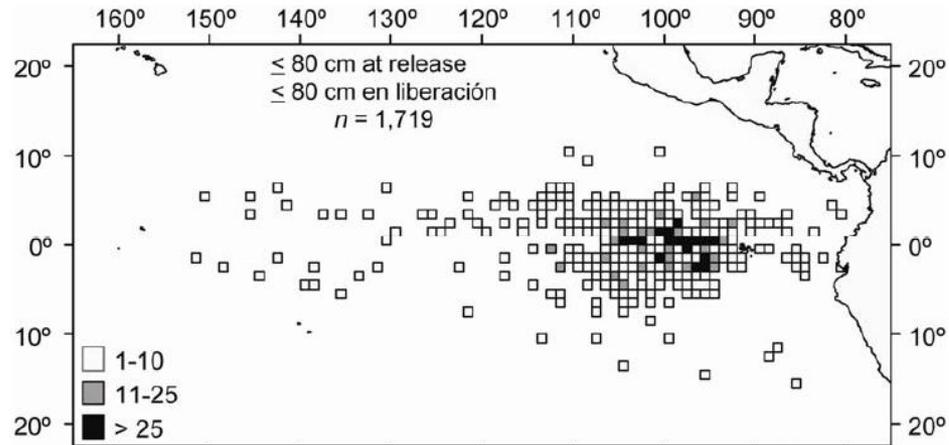
## **Genética y manejo pesquero**

- La genética y el manejo pesquero pueden interactuar de varias maneras. Cuando la estructura genética de la población de una especie se conoce, se puede estimar la distribución de las subpoblaciones en las pesquerías mixtas. Se pueden establecer vedas para proteger a las poblaciones más débiles sobre la base de estas distribuciones.
- Es importante identificar y regular los cambios genéticos dentro de una población debido a que las capturas diferenciadas pueden causar efectos drásticos y largo plazo sobre una población.
- Las políticas pesqueras basadas en información genética no solo deben procurar los máximos beneficios económicos, sino también lograr el mantenimiento continuo de las poblaciones naturales. Los biólogos pesqueros deben hacer hincapié en la importancia de dilucidar los factores y condiciones que permiten el mantenimiento de las poblaciones y especies.





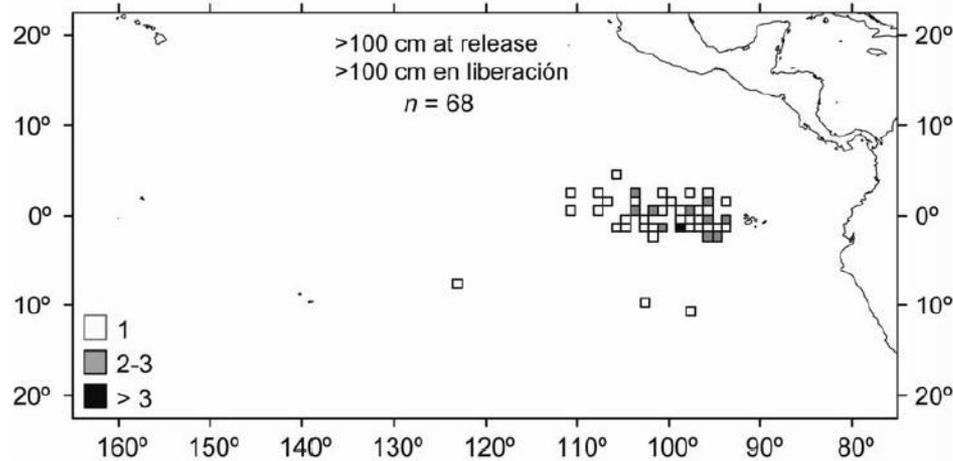
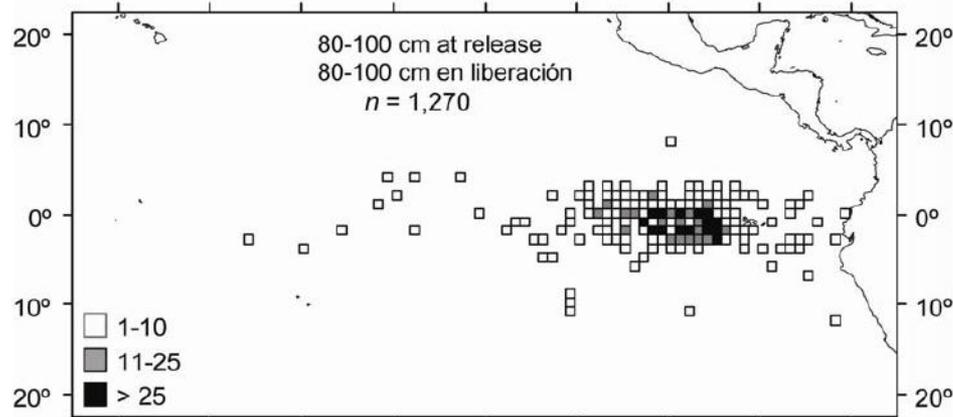
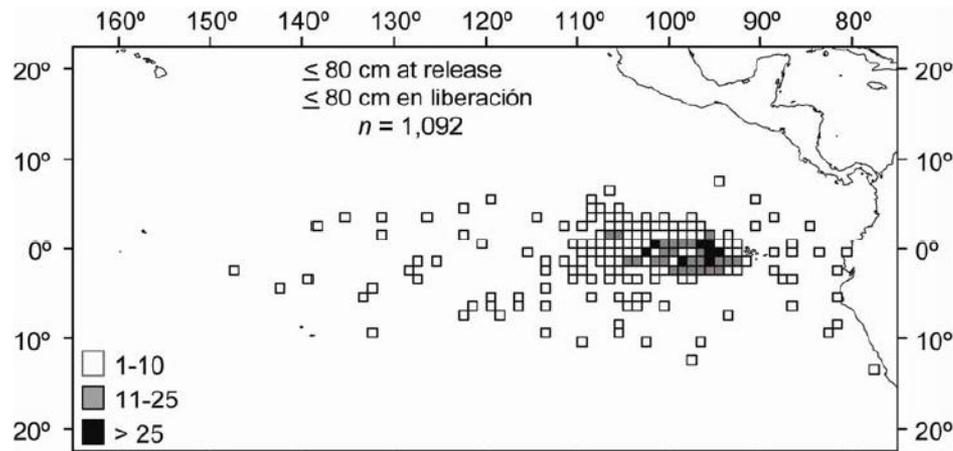
- Los peces pelágicos grandes son organismos migratorios.
- Se espera una fuerte interconexión de sus poblaciones a lo largo de largas distancias.
- Pruebas de diferenciación genética a pequeñas escalas geográficas.
- Se carece de información sobre la escala espacial de la conectividad de las poblaciones de peces pelágicos grandes en el Pacífico de Panamá.
- Es necesario evaluar los stocks de grandes pelágicos que sirva para la gestión adecuada de la pesca con palangre.



## A) Recapturas entre 30-180 días



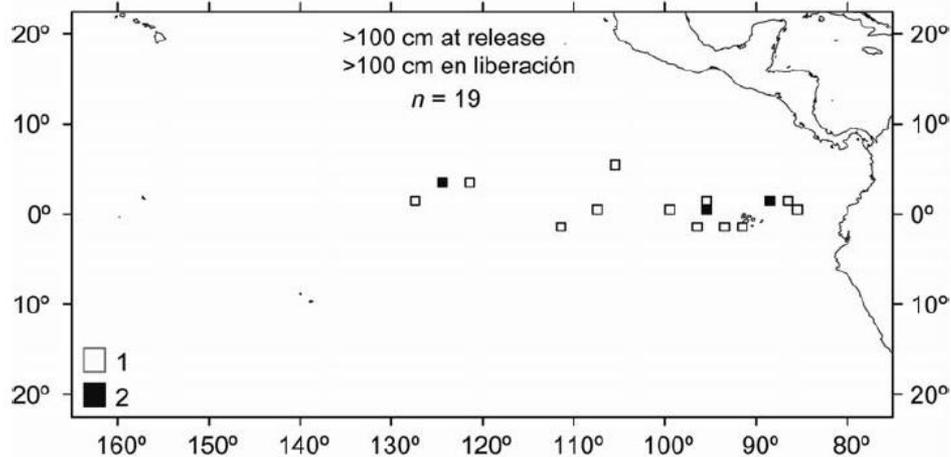
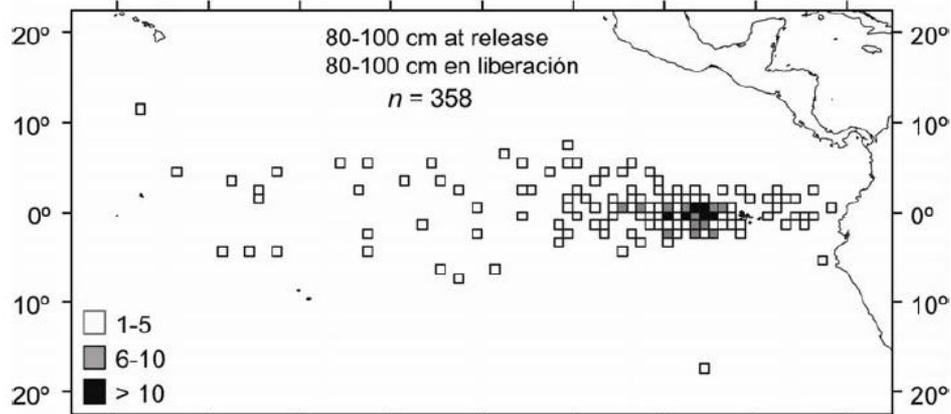
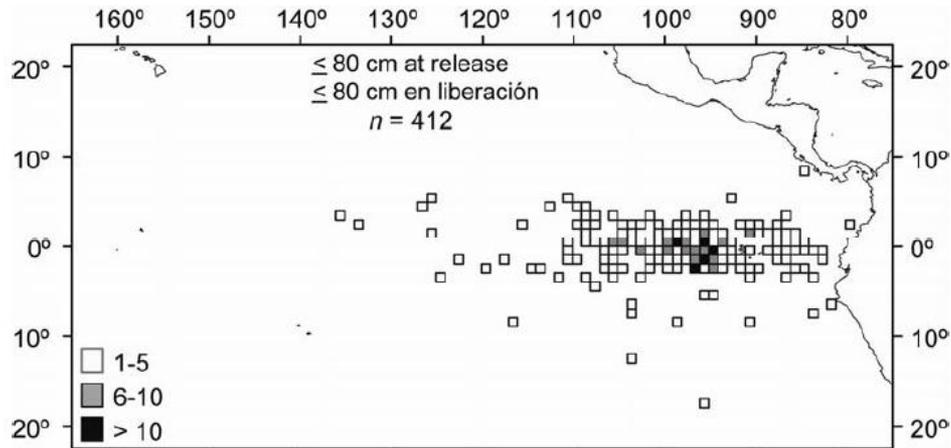
*Thunnus obesus*



## B) Recapturas entre 180 y 365 días



*Thunnus obesus*



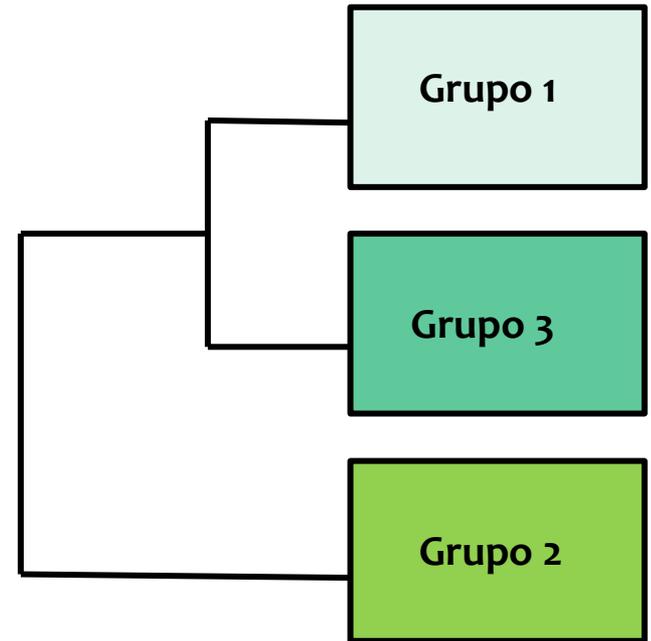
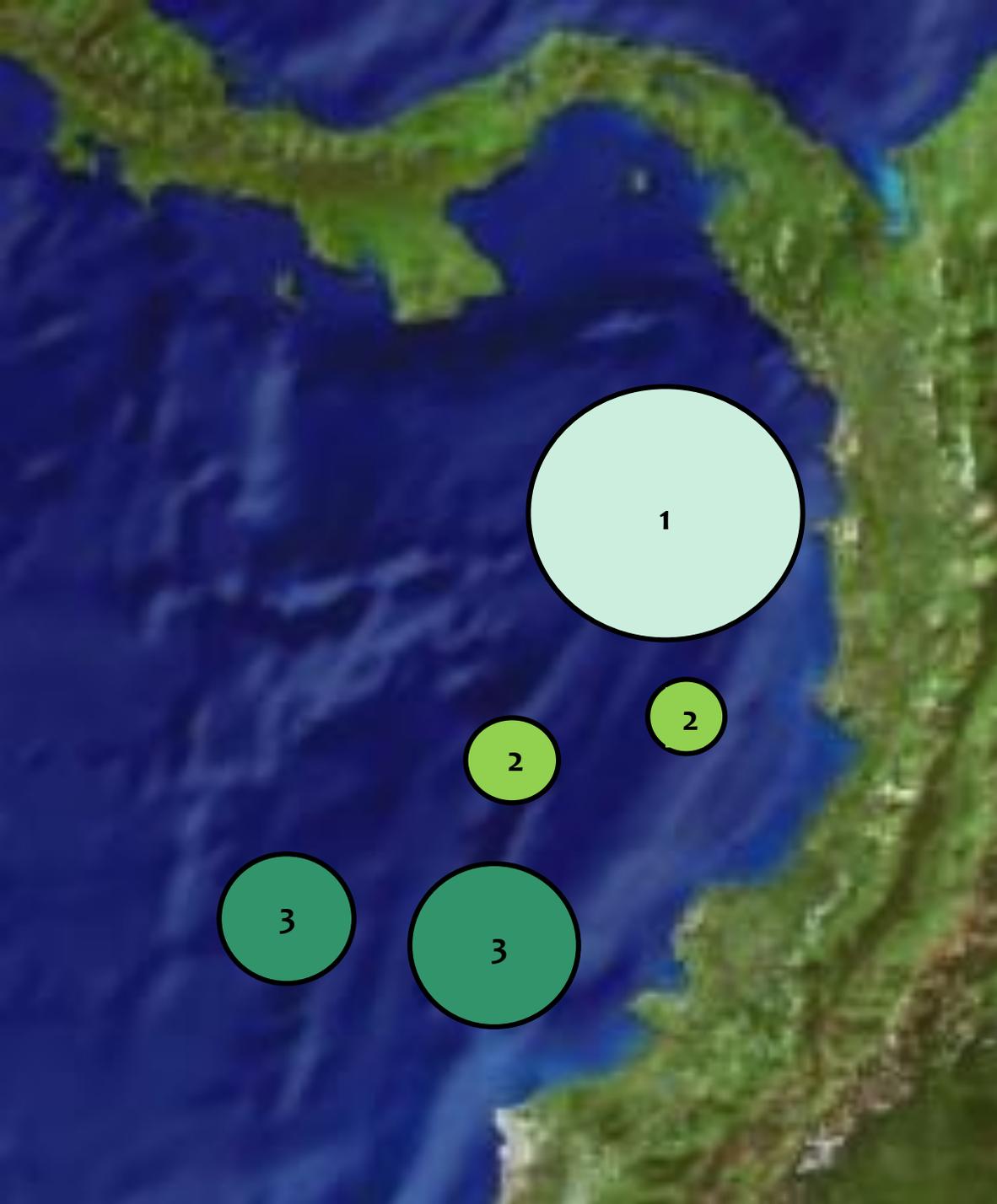
## C) Recapturas luego de 365 días

Los patrones de desplazamiento son limitados y existe fidelidad regional a áreas de productividad biológica (Schaefer y Fuller, 2009).



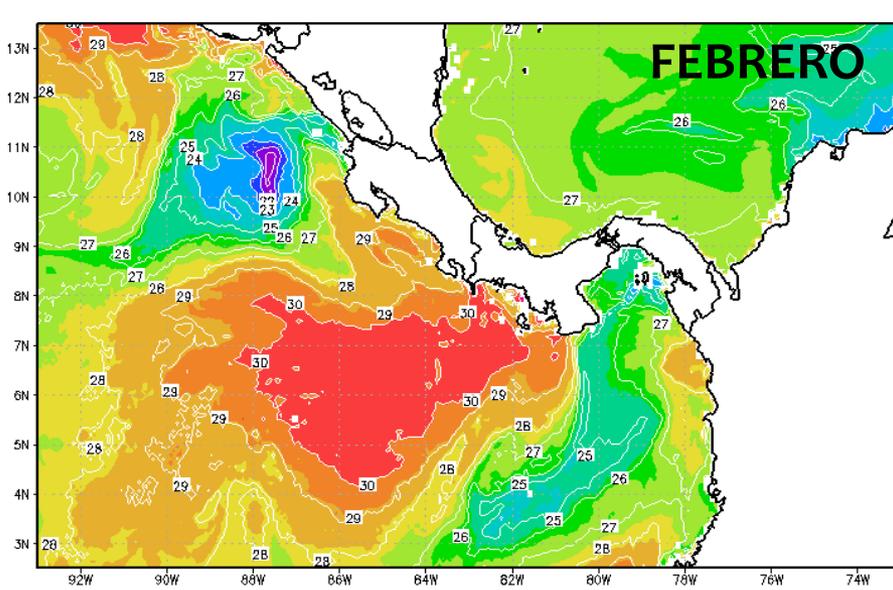
*Thunnus obesus*

# Diversidad genética y estructura de población del dorado *Coryphaena hippurus* en el Pacífico colombiano

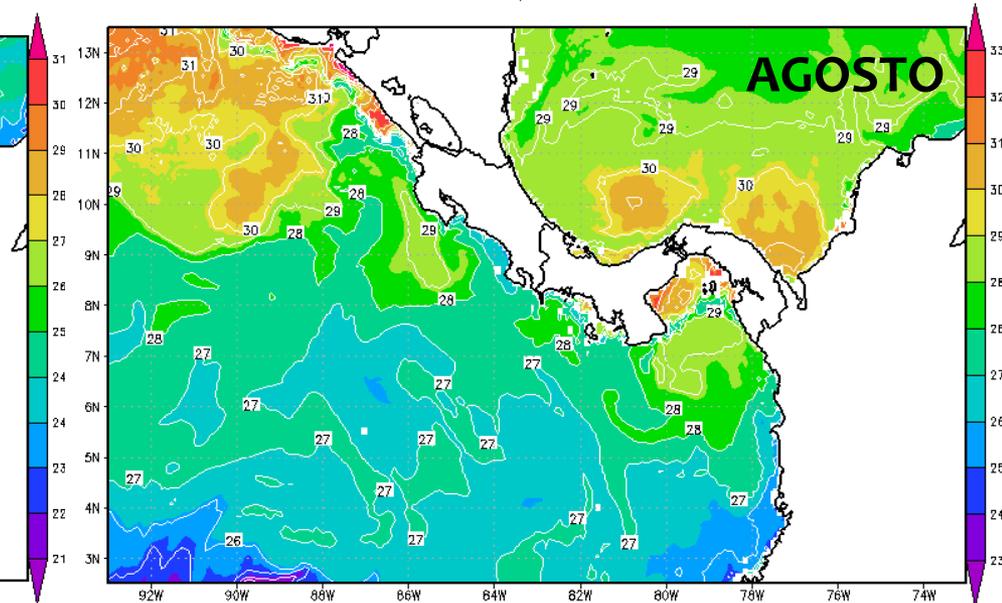


## Temperatura superficial del mar

HYCOM SST  
Sea Surface Temperature 00Z23FEB2012

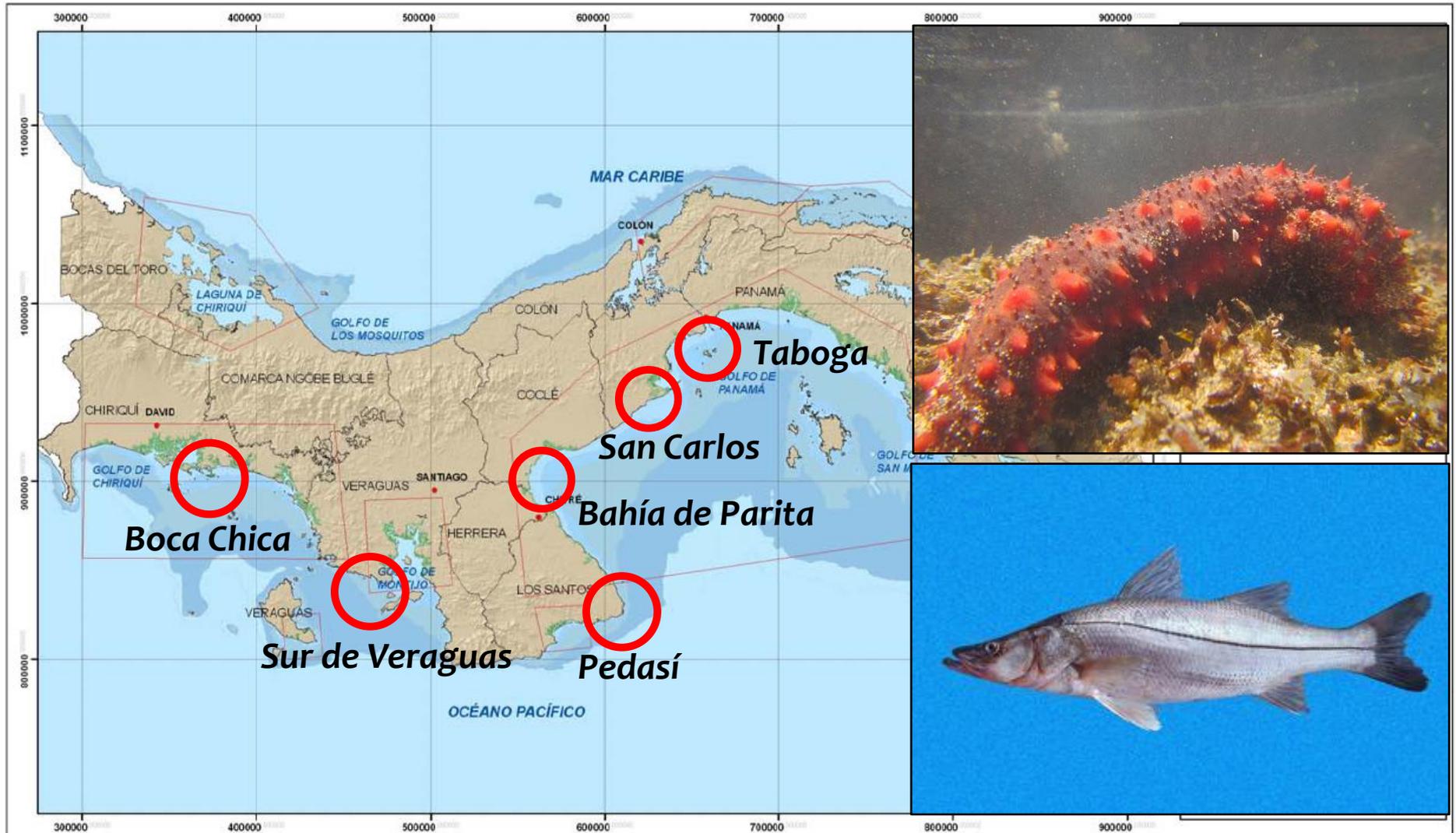


HYCOM SST  
Sea Surface Temperature 00Z30AUG2012

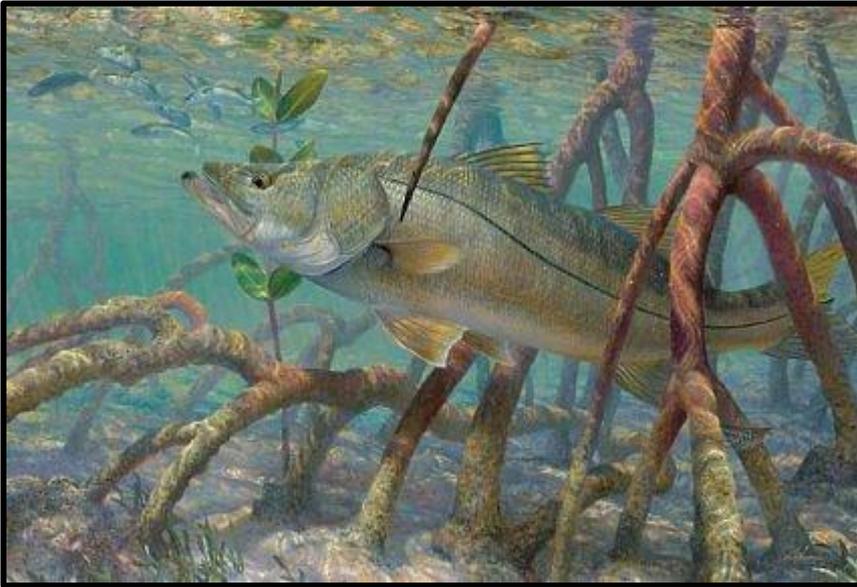


El Golfo de Panamá presenta características oceanográficas diferentes a las del Golfo de Chiriquí. Periódicamente ocurren afloramientos en el Golfo de Panamá con descensos de la temperatura superficial del mar e incrementos en la salinidad del agua. Este contraste ambiental es determinante en la estructura genética de las poblaciones marinas.

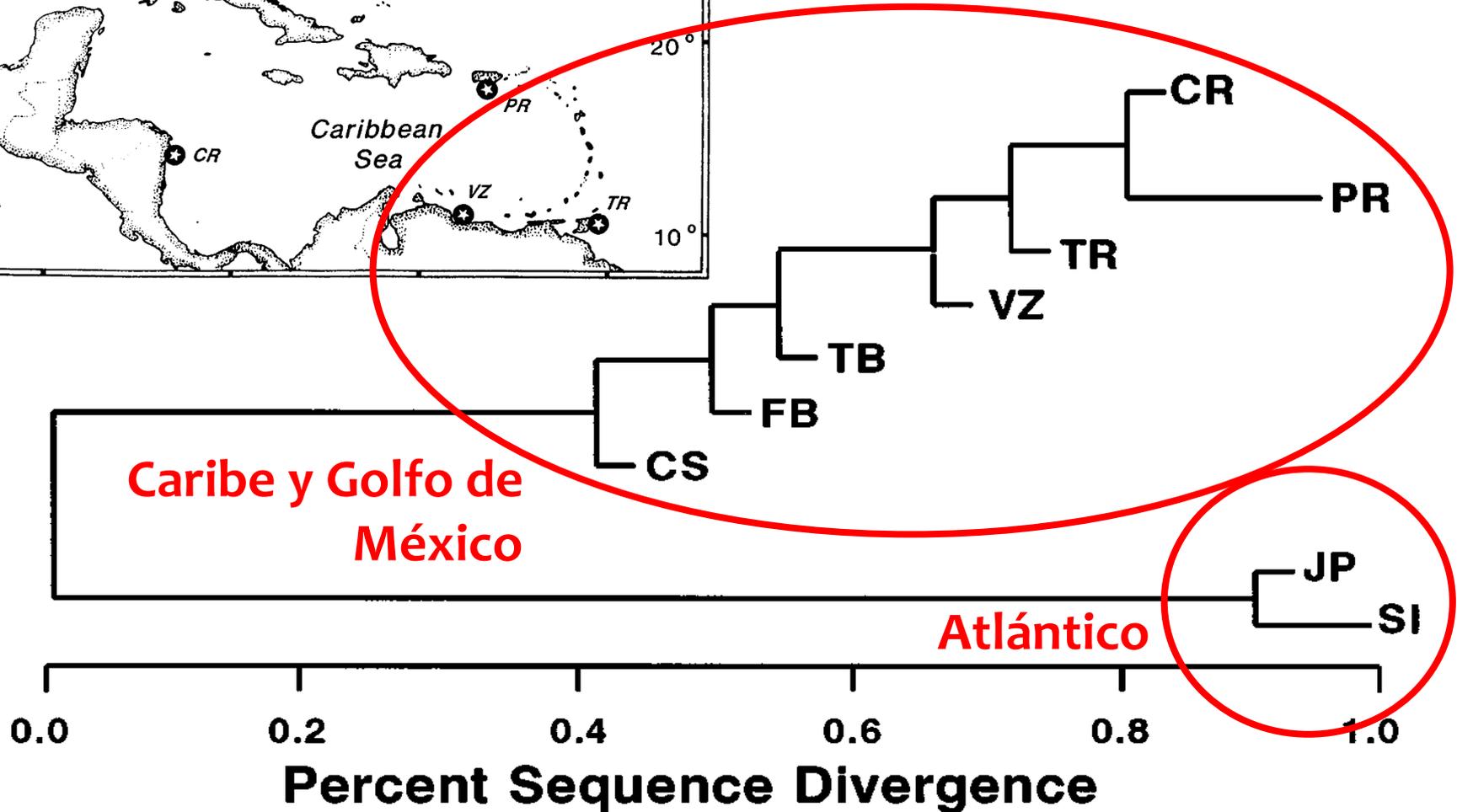
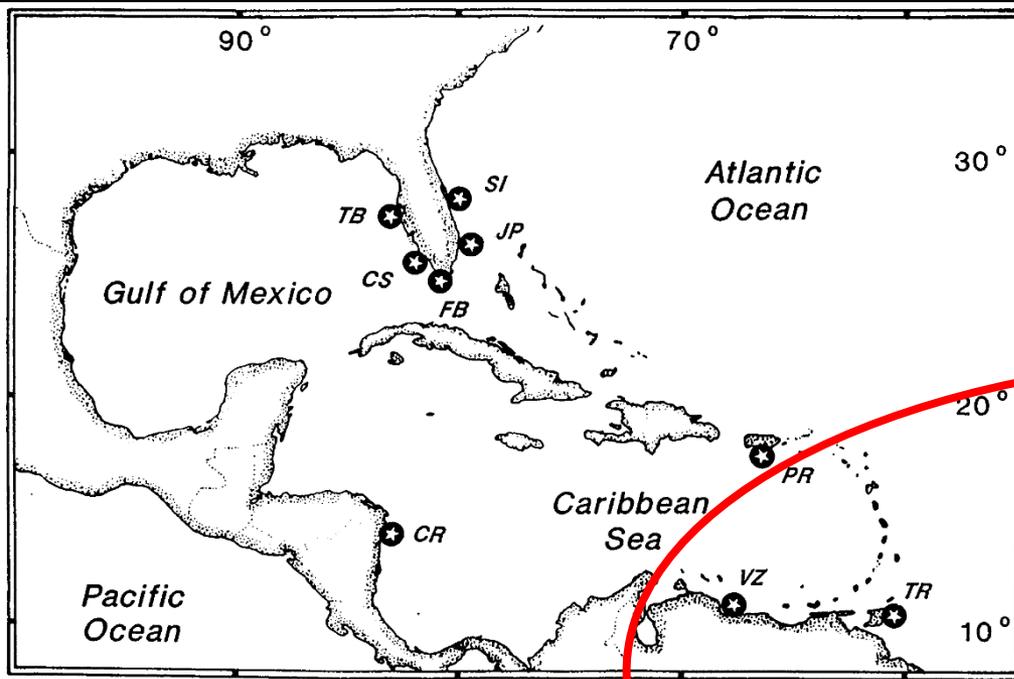
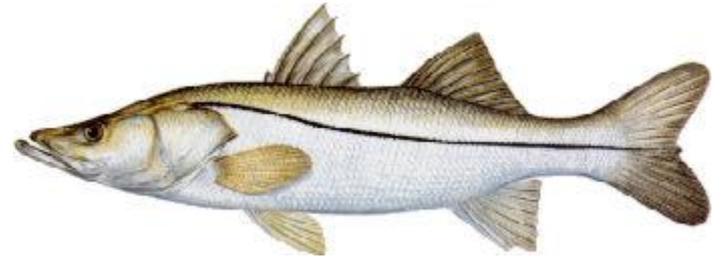
## Áreas de recolección de muestras en el Pacífico de Panamá



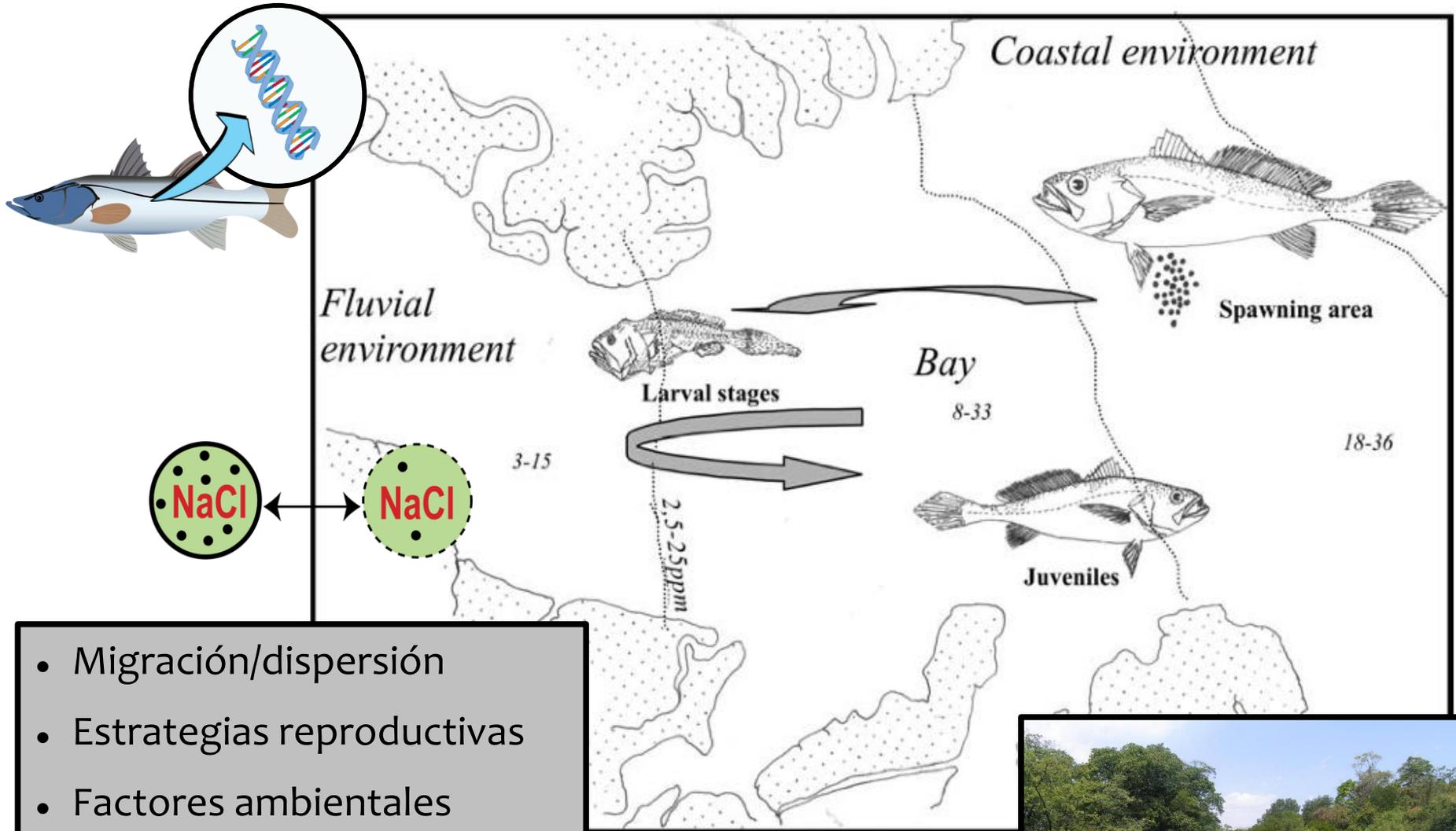
## Estudio genético de las poblaciones de robalos en el Pacífico de Panamá



Organismos eurihalinos, diádromos, estuario-dependientes. Habitan manglares, lagunas salobres y de aguadulce, bocas de ríos y zonas costeras. Se tiene referencia que son capaces de remontar grandes distancias en los ríos con fines alimentarios. Importancia económica como recurso para la pesca artesanal y deportiva.



# Diferenciación poblacional en estuarios: descifrando interacciones



- Migración/dispersión
- Estrategias reproductivas
- Factores ambientales
- Discontinuidad del hábitat
- Diversidad genética



## Estudio genético de las poblaciones de pepinos de mar (*Isostichopus fuscus* y *Holothuria inornata*) en el Pacífico de Panamá



Los pepinos de mar son organismos estenohalinos de tamaño mediano a grande (100 g hasta más de 1 kg de peso). Cuerpo cilíndrico, con pies ambulacrales y tentáculos bucales. Textura de su piel suave, con pequeñas verrugas o papilas en la parte dorsal del cuerpo. Fase larvaria pelágica (2-3 semanas) y adultos con baja movilidad. Importancia pesquera por su valor en los mercados asiáticos. *I. fuscus* es una especie amenazada Incluida en la lista de CITES.



**La Prensa, 16 de agosto de 2007**

La Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) decomisó ayer 250 libras de pepino de mar en una embarcación de pesca artesanal en el área de La Boca, en el corregimiento de Ancón.



**La Estrella de Panamá, 15 de septiembre de 2009**

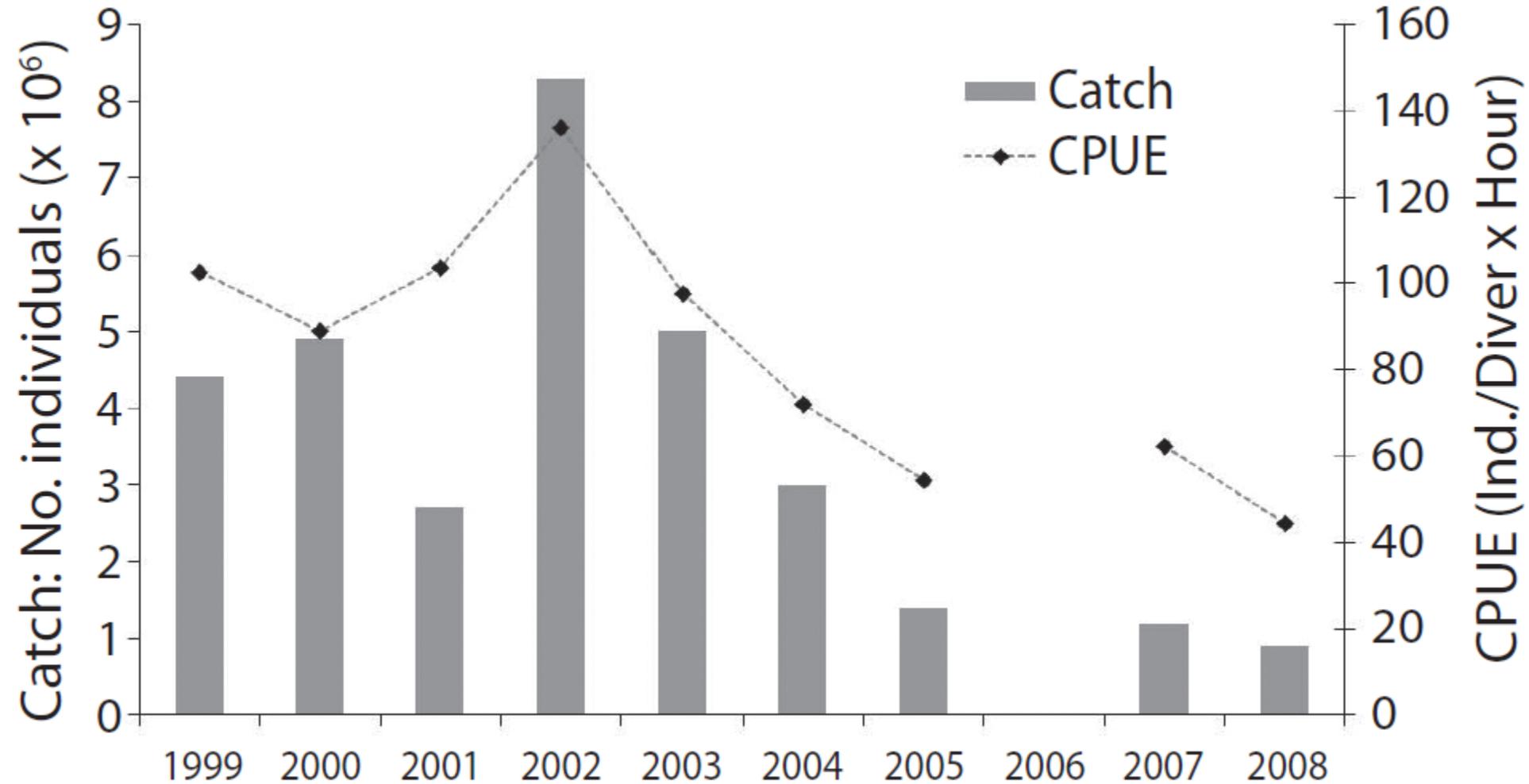
Dieciocho libras de pepinos de mar fueron decomisadas por la Dirección de Inspección, Vigilancia y Control de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP). Los ejemplares de mar fueron encontrados disecados en un restaurante del área de San Francisco.



**El Panamá América, 23 de agosto de 2012**

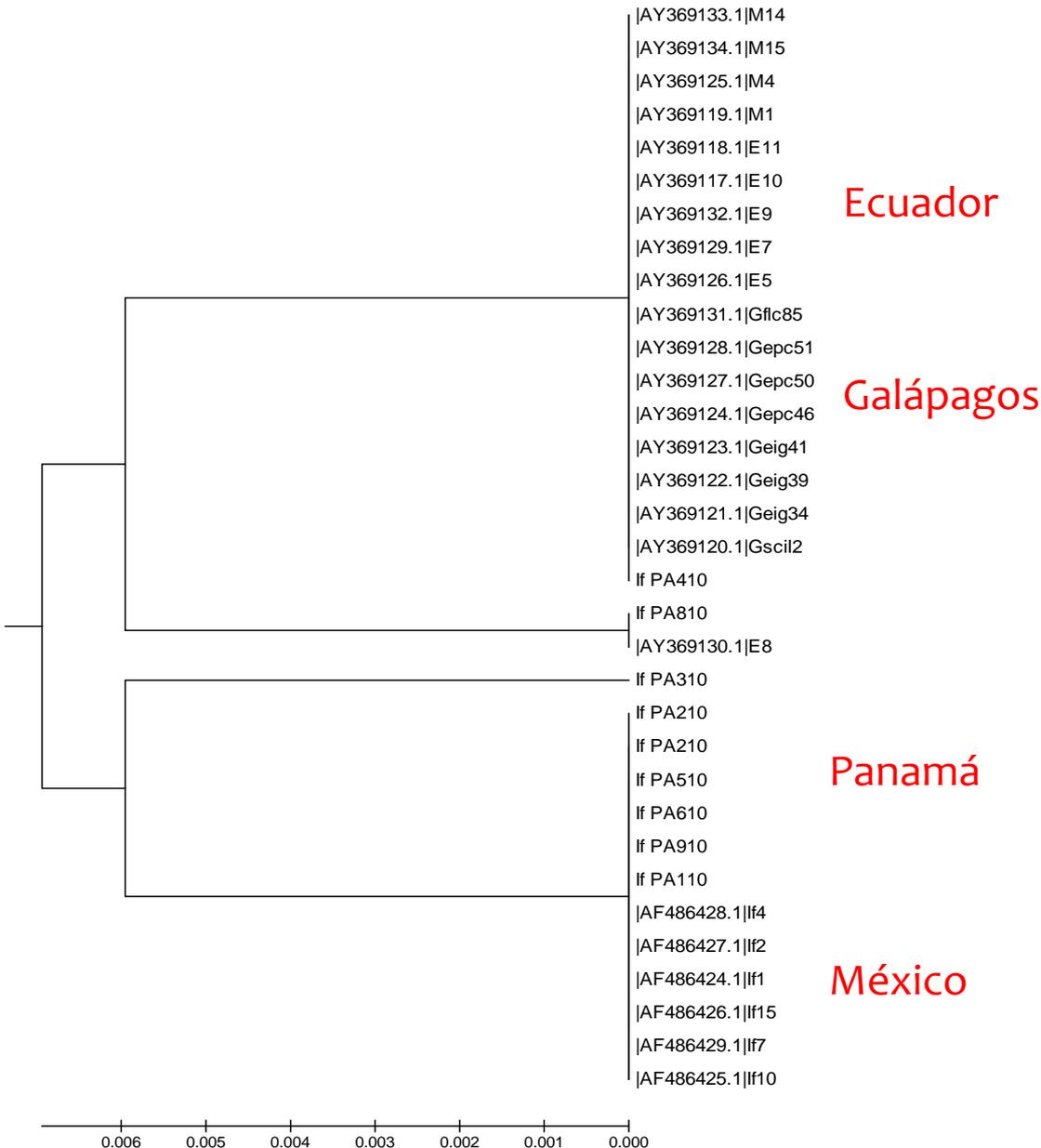
Las autoridades de Fiscalización Aduanera en el puesto de control de Guabalá, Tolé, Chiriquí, decomisaron casi 200 libras de pepino del mar a dos panameños de ascendencia china.

### Un ejemplo desde Islas Galápagos



Captura en número de individuos y captura por unidad de esfuerzo para el periodo 1999-2008 (la temporada de pesca 2006 fue cerrada). Tomado de Wolff et al (2012) Rev. Biol. Trop. 60: 539-551.

# Relaciones genéticas entre poblaciones de pepinos de mar

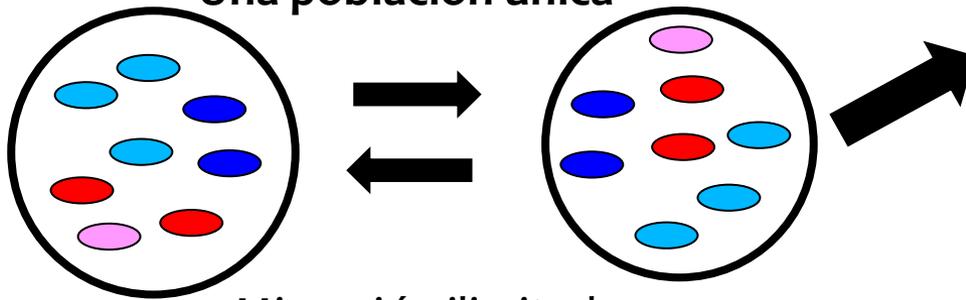


## *Isostichopus fuscus*



Se encontró diferenciación genética significativa entre las poblaciones de Panamá con Galápagos y Ecuador, y entre México y Galápagos, aunque no se detectó estructura poblacional

### Una población única

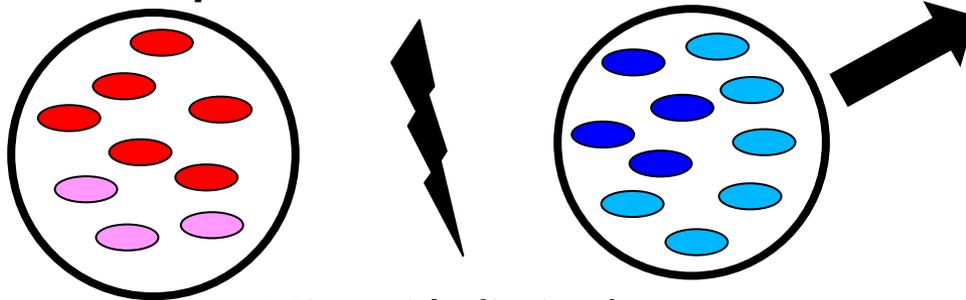


Migración ilimitada

Puerto pesquero

Aunque la estructura genética de poblaciones se ha documentado en organismos marinos, no existe un método claro para traducir esta información en una política de gestión con sentido.

### Dos poblaciones diferenciadas

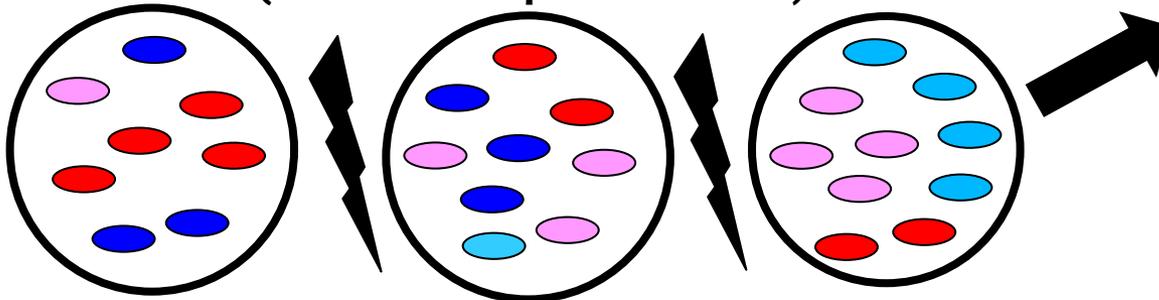


Migración limitada

Puerto pesquero

Esto es particularmente cierto cuando no hay un límite distinto presente, como en el caso de una inclinación en las frecuencias genéticas entre poblaciones diferenciadas, o en un patrón de aislamiento por distancia.

### Poblaciones mixtas con cambio continuo (aislamiento por distancia)



Migración limitada entre zonas geográficas adyacentes

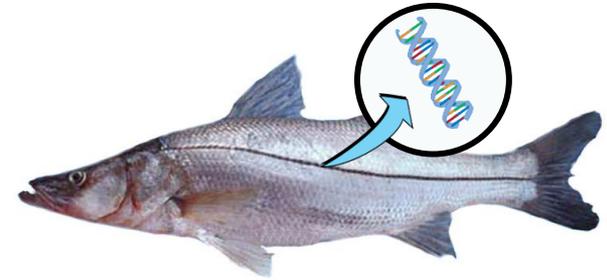
Puerto pesquero

En muchos casos, no está claro qué efecto tendría sobre el tamaño futuro de las poblaciones o sobre el valor de la captura, la división de un área de manejo para que coincida con las unidades poblacionales

La información genética posibilitará interpretar los datos biológicos y ecológicos desde una perspectiva evolutiva, así como identificar y comprender qué factores bióticos (plasticidad fenotípica) y abióticos (selección ecológica) determinan la estructura poblacional.

El grado de conectividad que se logre detectar permitirá saber si el flujo génico existente es suficiente para mantener la diversidad genética de poblaciones locales y reducir el impacto de la pesca sobre la capacidad de adaptación de las especies.

El conocimiento de la estructura genética espacial se podrá usar para informar el diseño de áreas marinas protegidas o áreas especiales de conservación para preservar las especies de interés y sus hábitats.



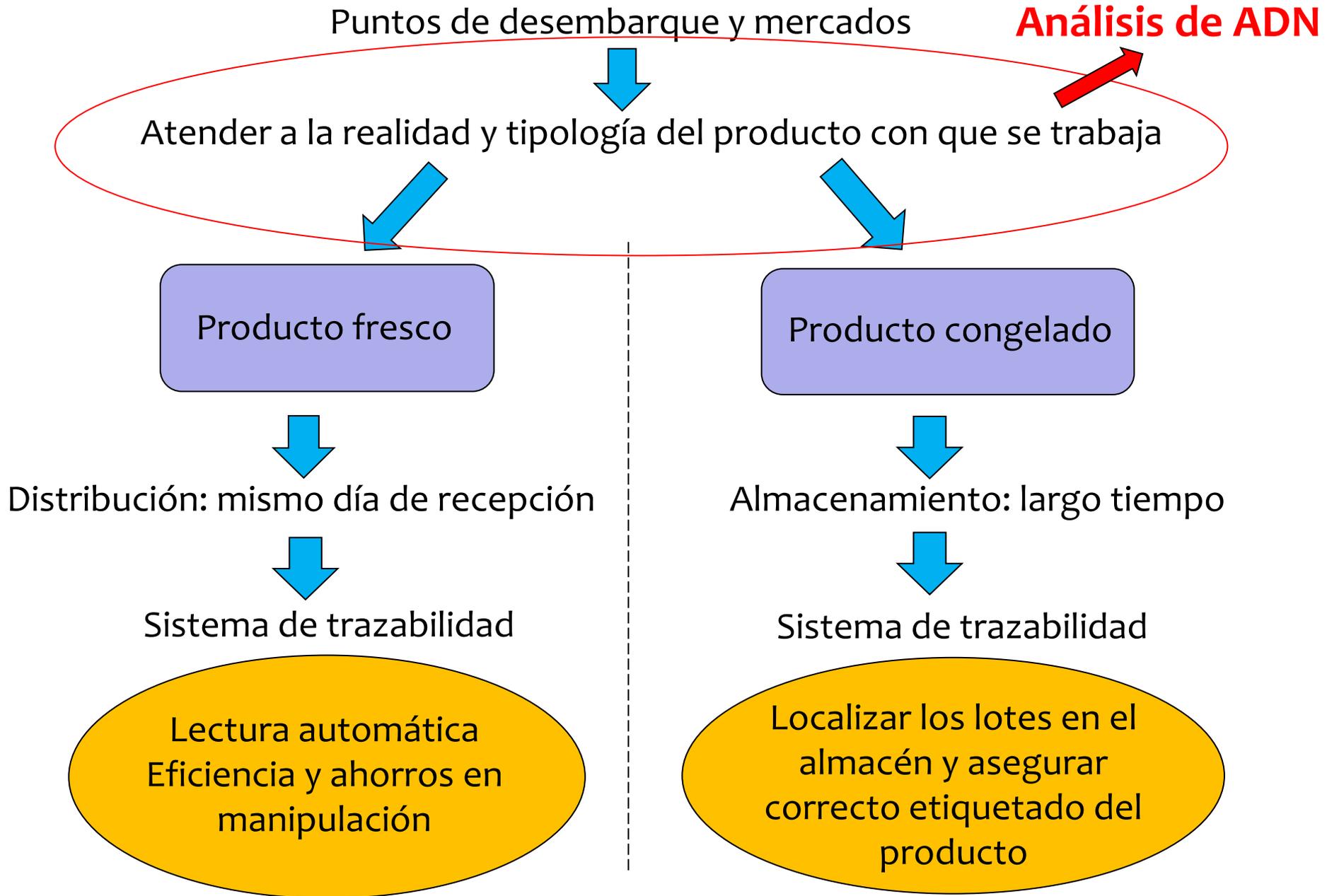
## Trazabilidad de pescados y mariscos

Seguir la traza de un producto alimenticio, es decir, su huella, consiste en remontar la cadena de producción hasta su comienzo para conocer las incidencias que hayan podido influir en la seguridad del producto para el consumidor.

Los sistemas de trazabilidad, por tanto, son sistemas por los cuales se puede recuperar la historia del alimento, su utilización y su localización por medio de códigos registrados.

El objetivo de la trazabilidad es disponer rápidamente de la información del alimento a lo largo de toda la cadena alimentaria.



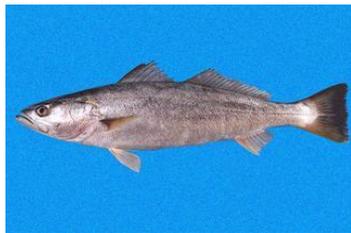


En productos pesqueros, en particular, hay dos aspectos muy importantes en los cuales la genética es importante para trazabilidad de un pescado comercializado.

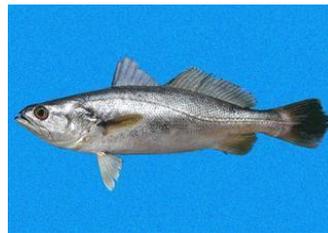
- 1) Conocer la especie que se comercializa con entera seguridad.
- 2) Evitar la comercialización de especies protegidas o en declive.
- 3) Proporcionar una garantía de calidad a los compradores, con un etiquetado fiable.



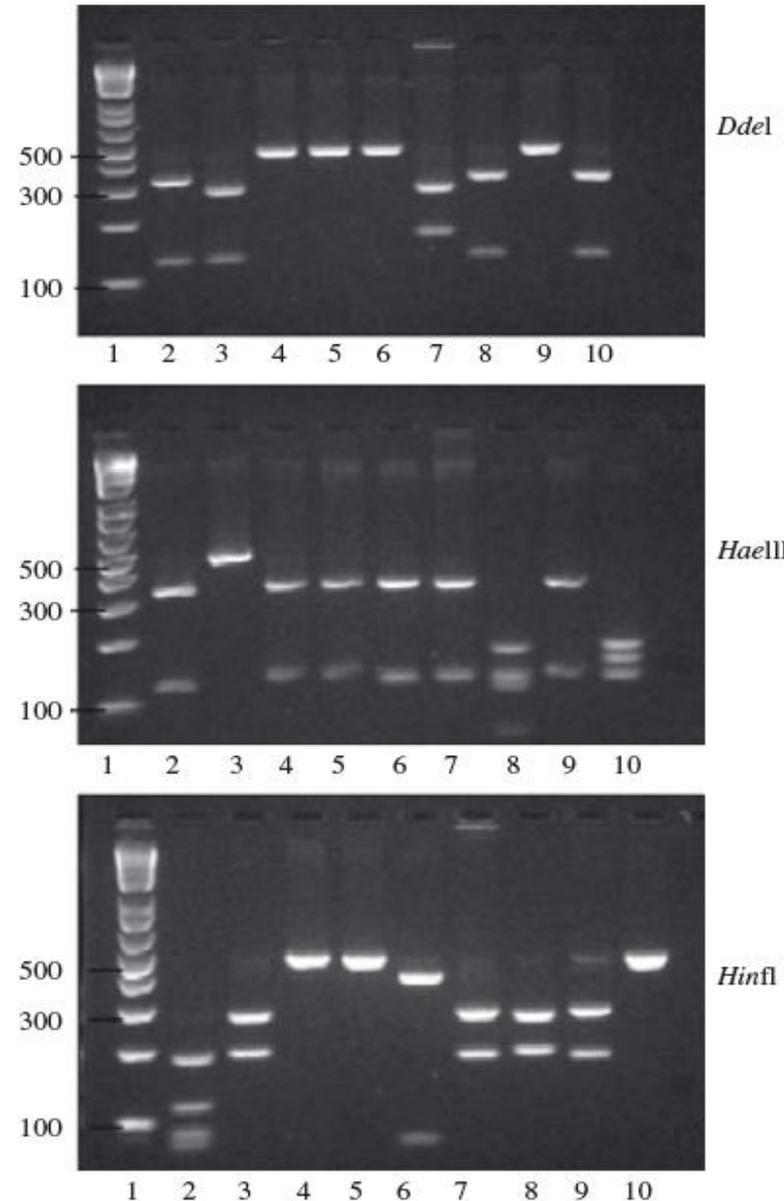
*Cynoscion albus*



*C. phoxocephalus*



*C. squamipinnis*



## Mensaje para llevar a casa

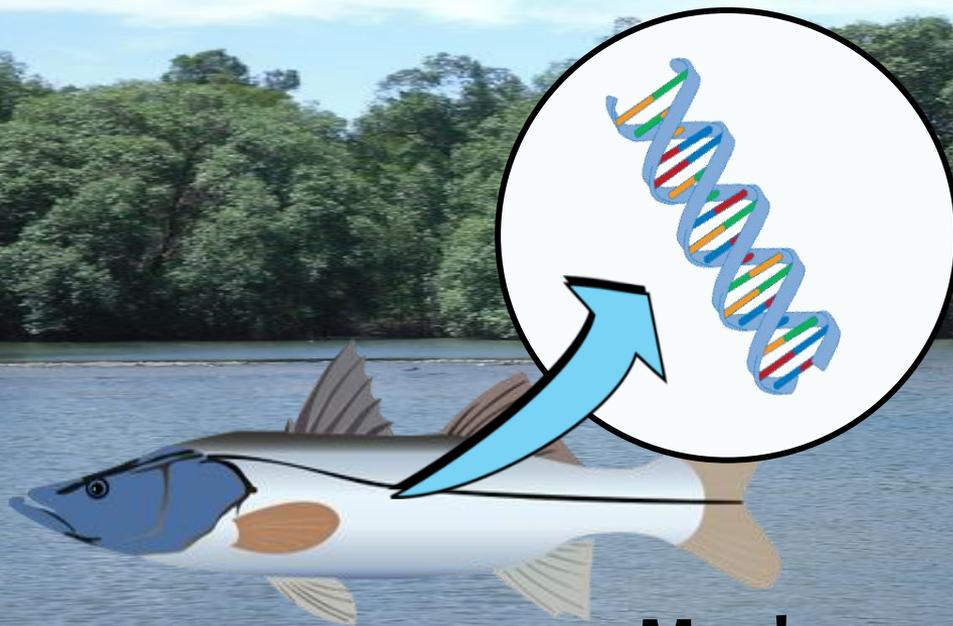
Las aplicaciones de la genética pesquera son numerosas: mejor control y gestión de las pesquerías, poder estimar la tasa de explotación, estar seguros de que el pescado no procede de zonas prohibidas o de áreas marinas protegidas.

El empleo de herramientas moleculares entrega información sobre la estructura natural de las poblaciones marinas y permite identificar lo que diferencia a unas de otras, y a los individuos que viven en una zona de los que viven en las demás.

En cuanto a trazabilidad se busca poder garantizar el origen de los productos pesqueros usando métodos moleculares. Mucho más allá de la especie a la que pertenecen, podremos saber dónde han sido capturados.

El resultado de estos esfuerzos actuales podrá verse reflejado en un futuro no muy lejano: conocer si las pesquerías podrán mantenerse en generaciones futuras y garantía de trazabilidad y por tanto de calidad en los productos pesqueros, y aumento de la confianza de los consumidores conscientes que desean ser informados sobre lo que están comiendo.

# Aplicación de las herramientas moleculares al estudio de las poblaciones marinas explotadas y su traducción en las políticas de gestión pesquera



**CARLOS VERGARA-CHEN**  
Contacto: [vergara.chen@gmail.com](mailto:vergara.chen@gmail.com)

**Muchas gracias por vuestra atención**