

## Los bancos genéticos y su papel en la conservación, gestión y trazabilidad de la biodiversidad marina en Iberoamérica: caso península de Santa Elena, Ecuador

Nieves González-Henríquez

Investigadora Asociada. Laboratorio BioMol. Departamento de Biología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). España. Coordinadora de Programas. ACIISI. Gobierno de Canarias. España

✉ [nieves.gonzalez@ulpgc.es](mailto:nieves.gonzalez@ulpgc.es)

### INTRODUCCIÓN

Conocer la biología de las especies, incluyendo su grado de variabilidad genética, permite establecer unidades de conservación (Bancos genéticos) para una mejor gestión de las especies amenazadas, debido a que el estudio del ADN es una de las pruebas de los seres vivos más confiables, ya que evalúa la genética de la biodiversidad, variabilidad y estructura de las poblaciones, cambios y fluctuaciones migratorias y temporales. Asimismo, facilita la identificación de especies y el manejo racional y sostenible de las unidades poblacionales. Por otra parte, entre las múltiples amenazas que afectan a la biodiversidad se encuentra la pérdida de variabilidad genética.

A nivel genético la biodiversidad actual ha sido el resultado de procesos evolutivos que han tenido lugar a lo largo de la historia de las especies, por lo que entre las medidas de conservación propuestas *ex situ* se encuentran los Bancos genéticos.

Con objeto de preservar el patrimonio genético y biológico de las especies silvestres y de integrar en los programas de conservación las operaciones *ex situ* e *in situ*, se está promoviendo la existencia de una red de bancos de material biológico y genético. Dicha red dará prioridad, entre otras, a la preservación de material biológico y genético procedente de taxones autóctonos de flora y fauna silvestres y en especial de las especies amenazadas endémicas.

Uno de los objetivos de los bancos genéticos es promover el desarrollo y uso de las Técnicas de Biología Molecular basadas en el análisis de DNA, para el uso a corto y largo plazo de la

información de la molécula de ADN, con la finalidad de establecer estrategias de rápida respuesta en la investigación de organismos marinos y la gestión de la biodiversidad.

### *Colecciones de tejidos y ADN para el estudio de la biodiversidad*

Este tipo de biobancos se han formado para poder conservar muestras de tejidos y extraer moléculas orgánicas o inorgánicas concretas, ya sean proteínas o ácidos nucleicos (ADN o ARN) de los especímenes que son conservados por instituciones dedicadas al estudio de la biodiversidad, en ellos además se custodian también los extractos o genomas que forman un patrimonio genético único que está demostrando ser muy útil para estudios de tendencias temporales y una herramienta imprescindible en ecología, evolución, taxonomía y sistemática. Los bancos genéticos están enfocados a la identificación molecular y el análisis de la diversidad genética de las especies. Además, servirán para monitorear los cambios genéticos que se pueden producir por el calentamiento global, la acidificación y/o determinar cuáles recursos se encuentran sobreexplotados, constituyendo una plataforma para evaluar los recursos marinos con mayor plusvalía de una región.

Los bancos genéticos tienen dos partes diferenciadas: una de almacenamiento físico para las muestras biológicas y el ADN extraído, y otra digital donde se codifica la información contenida en las muestras (perfil genético).

### *Biología molecular y diversidad genética*

La diversidad entre organismos es consecuencia de las diferencias en las secuencias de ADN y de los efectos ambientales. Cada individuo de una especie, posee una secuencia de ADN única, y las variaciones en el ADN son mutaciones resultantes de la sustitución de un solo nucleótido, inserción o delección de fragmentos de ADN o duplicación o inversión de fragmentos de ADN. La preservación de la diversidad genética es un factor esencial en el diseño de las estrategias de conservación marina.

La información sobre la diversidad genética es esencial para optimizar tanto las estrategias de conservación de los recursos genéticos como la de utilización de los mismos. Dado que los recursos para la conservación son limitados, suele ser necesaria una priorización. Las nuevas herramientas moleculares permitirán la identificación de genes implicados en un conjunto de caracteres, incluyendo los caracteres adaptativos, así como los polimorfismos que causan la variación genética funcional.

Sin embargo, aún no disponemos de conocimientos suficientes para priorizar las decisiones de conservación sobre la base de la diversidad molecular funcional, y se requieren medidas

alternativas. El modo más rápido y rentable de medir la diversidad genética es mediante el análisis de polimorfismos utilizando marcadores genéticos moleculares anónimos.

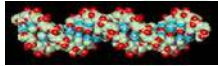
Las técnicas de biología molecular son diversas y utilizables en diferentes organismos, escalas evolutivas, áreas de investigación y estudios aplicados. Cabe destacar que, las especies exóticas invasoras son una de las cinco causas principales de la pérdida de biodiversidad, junto con la destrucción del hábitat, la sobreexplotación, la contaminación y el cambio climático.

## BIOLOGÍA MOLECULAR Y DIVERSIDAD GENÉTICA

Las técnicas de biología molecular son diversas y utilizables en diferentes organismos, escalas evolutivas, áreas de investigación y estudios aplicados.

### ¿Por qué utilizar las técnicas moleculares?

- Altamente fiables
- Rápidas
- Muy flexibles
- Cada día más asequibles económicamente

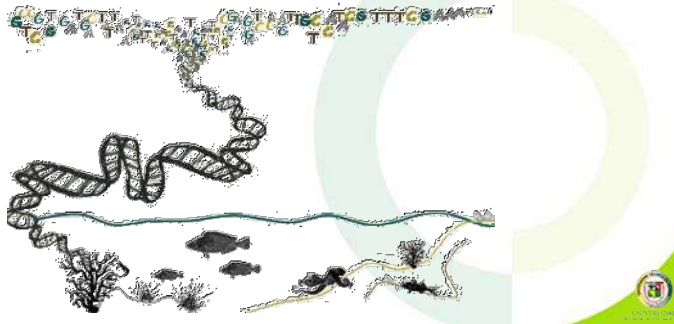


La preservación de la diversidad genética es un factor esencial en el diseño de las estrategias de conservación marina.

## BIOLOGÍA MOLECULAR Y DIVERSIDAD GENÉTICA

❖ Aumento en todo el mundo de los estudios que tratan sobre la variabilidad genética de los organismos marinos → Globalización y especies invasoras.

❖ Bases de datos internacionales de datos genéticos en línea son una oportunidad para hacer meta-análisis → Estudios metapoblacionales de especies de interés.



Figuras 1 y 2. Técnicas moleculares y diversidad genética.

## Perspectivas y aplicabilidad

Aplicación de técnicas moleculares en la Conservación y Gestión de la Biodiversidad. La identificación de especies mediante la sistemática molecular es importante y abarca una amplia gama de perspectivas:

- ❖ la rápida asignación de ejemplares a la especie correcta cuando los rasgos morfológicos no son suficientes.
- ❖ la identificación de posibles especies similares en apariencia y diferenciadas a nivel genético.
- ❖ la complementariedad a la taxonomía clásica en la elaboración de inventarios y censos de biodiversidad.
- ❖ la aplicación de estos datos a las estrategias de conservación y manejo de especies.

Mediante el análisis comparativo de secuencias de ADN:

- ❖ Estudios de biología de las especies.
- ❖ Caracterización taxonómica de las especies.
- ❖ Caracterización genética de especies cultivadas.
- ❖ Estimación de tallas y origen geográfico de las capturas u organismos.
- ❖ Construcción de filogenias moleculares con las que evaluar las relaciones entre los organismos, seleccionar unidades y prioridades de conservación.
- ❖ Conseguir cierto poder de predicción respecto de los cambios que están afectando negativamente a la biodiversidad (especies invasoras, pérdida de variabilidad genética, etc.).

Aplicación de técnicas moleculares para el Control alimentario y Autenticación de productos:

- ❖ Desarrollo de metodologías para la identificación y cuantificación de especies como herramienta para la verificación del cumplimiento de la legislación (Directiva 2000/13/EC relativa a la autenticación de productos pesqueros. Etiquetado y trazabilidad).
- ❖ Detección y análisis de organismos modificados genéticamente (GMO) (Etiquetado de alimentos GMO según la legislación europea y detección de peces transgénicos en poblaciones naturales).

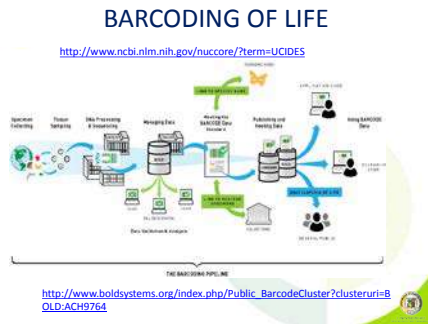
## Bancos genéticos y biodiversidad

La creación de bancos de ADN de poblaciones naturales de organismos, es una forma directa y efectiva de conservar la biodiversidad al conservar la molécula transmisora de información hereditaria.

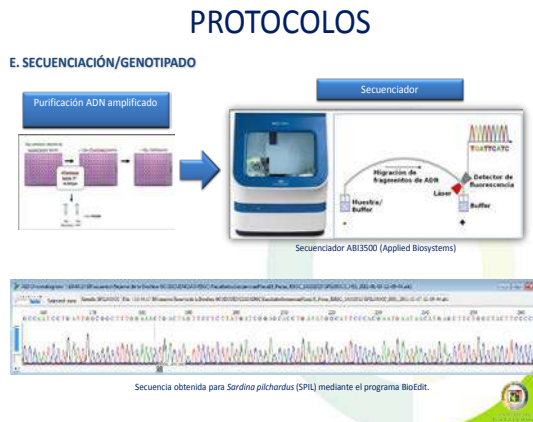
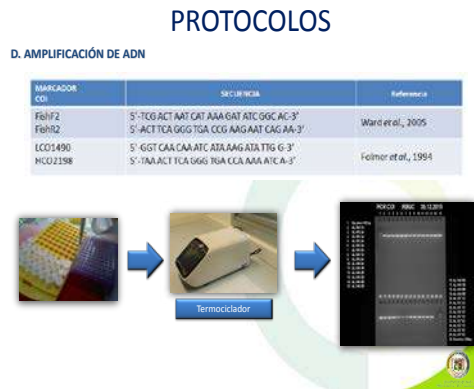
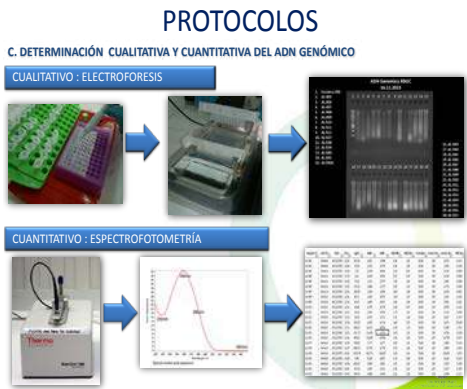
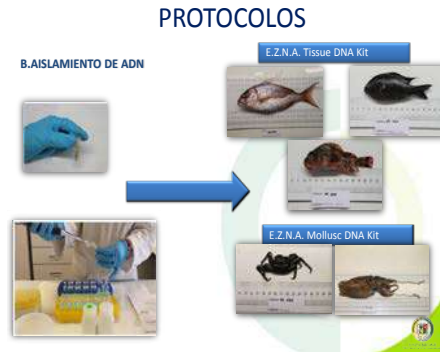
Estos bancos facilitan el acceso directo a la secuencia de ADN de los organismos amenazados y permiten el uso a corto y largo plazo de la información que contiene para las estrategias de investigación y gestión de la biodiversidad.

Generan y almacenan información molecular relevante para la identificación, investigación y manejo de organismos marinos. (Figs. 3 y 4).

Se facilita la identificación de forma rápida e inequívoca en el tráfico de organismos endémicos o amenazados y la detección del fraude en la composición biológica de los productos comerciales.



Figuras 3 y 4. Barcoding of Life



Figuras 5,6,7,8 y 9. Protocolos para la conformación de un banco genético marino.

Los Bancos Genéticos pretenden, a largo plazo, consolidarse como un inventario actualizado y censo genético de la biodiversidad marina de las áreas, regiones o países, con aplicaciones diversas para su preservación:

- ▶ Servir como un código de barras local de la iniciativa global del Barcode of Life, que mejorará las deficiencias detectadas en los inventarios de biodiversidad de las zonas geográficas mediante la generación de datos e identificación de especies.
- ▶ Estudiar la variación (filo) geográfica local de las especies de interés comercial o las de prioridad en conservación. (Figs. 5-9).
- ▶ Detectar la relevancia de la diversidad filogenética de las especies marinas residentes en un área respecto a las otras regiones marinas del planeta.

### Biodiversidad marina Ecuador

En Ecuador, la biodiversidad marina es una asignatura pendiente en cuanto que no están muy estudiados los ecosistemas marinos y sus recursos. Los datos existentes son escasos y los inventarios existentes no están actualizados. Sin embargo, el Gobierno ha desarrollado proyectos en las últimas décadas y leyes para la conservación de la Biodiversidad y los ecosistemas marinos por ejemplo:

PROYECTO: “CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MARINA Y COSTERA DE ECUADOR”. 2010, cuyo objetivo es conservar de la biodiversidad marina y costera del Ecuador mediante el establecimiento de una red de Áreas Protegidas que tenga una adecuada representación de los ecosistemas marino- costeros y fortalecer el manejo de áreas marinas y costeras protegidas en conjunto con acciones focalizadas en la protección de especies marinas amenazadas.

RED DE AREAS MARINAS Y COSTERAS PROTEGIDAS DEL ECUADOR. Que se crea mediante Acuerdo Ministerial 30, Registro Oficial 77 de 12-sep.-2017 y tiene entre los propósitos fundamentales:

Conservar la biodiversidad del Sistema Nacional de las Áreas Protegidas en la zona marino costera y generar actividades sustentables para la sociedad ecuatoriana.

### Banco genético marino UPSE Santa Elena

El Proyecto Banco Genético de Organismos marinos de Santa Elena, financiado por el Programa PROMETEO de la SENECYT (Gobierno de Ecuador), se desarrolló en 2015 en la Universidad Pública de Santa Elena (UPSE) y, que pretende impulsar la aplicación de las

tecnologías moleculares para hacer frente y ayudar en la conservación, aprovechamiento y gestión de la biodiversidad marina de esa zona costera de Ecuador.

Con ello, se pretende realizar el inventario genético de los recursos pesqueros (peces, moluscos y crustáceos) de la provincia de Santa Elena mediante la obtención del código genético (COI) implementando el Barcoding de la Biodiversidad Marina.



**Figura 10.** Proyecto Banco Genético de Organismos marinos de Santa Elena. PROMETEO

Las actividades que se desarrollaron durante el proyecto fueron:

- ❖ Recolecta de muestras en los mercados de pescado y en las caletas de pescadores.
- ❖ Codificación de muestras, tarros y microtubos.
- ❖ Colecciones de tejidos y ADN para mapeo genético de la biodiversidad.

PLANILLA DE MUESTREO						
N° HOJA DE MUESTREO:						
N°	Organismo (Nombre científico)	Fecha de muestreo	Reservorio	Localización	Tamaño	Fecha de ingreso
SEL-1-1	Laguna	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	Puerto Santa Elena	SEL-1-1
SEL-1-2	Pez	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	Puerto Santa Elena	SEL-1-2
SEL-1-3	Bonito	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	Puerto Santa Elena	SEL-1-3
SEL-1-4	Bonito azul	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	Puerto Santa Elena	SEL-1-4
SEL-1-5	Uca	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-5
SEL-1-6	Squilla	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-6
SEL-1-7	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-7
SEL-1-8	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-8
SEL-1-9	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-9
SEL-1-10	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-10
SEL-1-11	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	Puerto Santa Elena	SEL-1-11
SEL-1-12	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-12
SEL-1-13	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-13
SEL-1-14	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-14
SEL-1-15	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-15
SEL-1-16	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-16
SEL-1-17	Alcornoque	15/06/15	Grupo PE	MERCADO	La Galena	SEL-1-17

**Figura 11.** Recolecta de muestras en los mercados de pescado.



The image shows a screenshot of a spreadsheet application with a grid of data. The columns are labeled with various identifiers and codes, and the rows contain numerical and alphanumeric data. A vertical column of yellow cells is visible in the center of the grid.

Figura 12. Codificación de muestras.



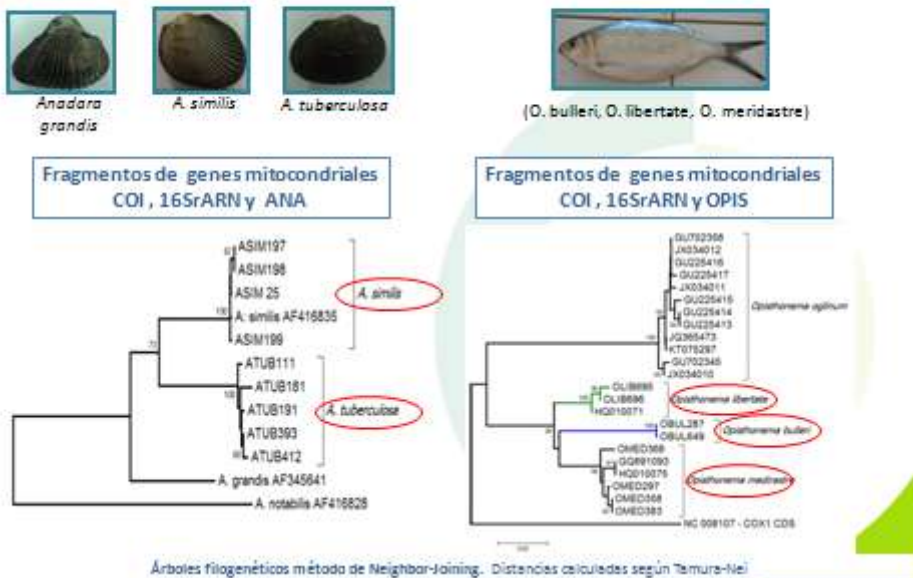
Figura 13. Colecciones de tejidos.

Aplicaciones: 5 Tesis Licenciatura alumnos UPSE

- ❖ Filogeografía de la “Ostra Nativa” (*Striostrea prismatica* Gray, 1825) en las localidades de Ayangué y Salinas, provincia de Santa Elena, Ecuador.
- ❖ Estructura genética de las poblaciones de *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897) en los manglares del Morro (Guayas) y Atacames (Esmeraldas), Ecuador.
- ❖ Diversidad genética del cangrejo azul *Cardisoma crassum*, Smith 1870, en los manglares de Esmeraldas (Cantón Eloy Alfaro), Ecuador.

- ❖ Variabilidad genética y discriminación de las especies del género *Opisthonema*, *O. bulleri* (Regan, 1904), *O. libertate* (Gunter, 1867) y *O. medirastre* (Berry & Barret, 1963), en la caleta de pesca Anconcito, Santa Elena.
- ❖ Caracterización genética de marcadores mitocondriales para el estudio de la diversidad genética de las especies del género *Anadara* Gray 1847 (*A. similis*, *A. tuberculosa*, *A. grandis*) en los manglares de Ecuador.

## Caracterización genética de recursos marinos comerciales en Ecuador (*Anadara* spp. y *Opisthonema* spp.)



Figuras 14.

## Caracterización por RFLPs de recursos marinos comerciales en Ecuador (*Anadara* spp. y *Opisthonema* spp.)

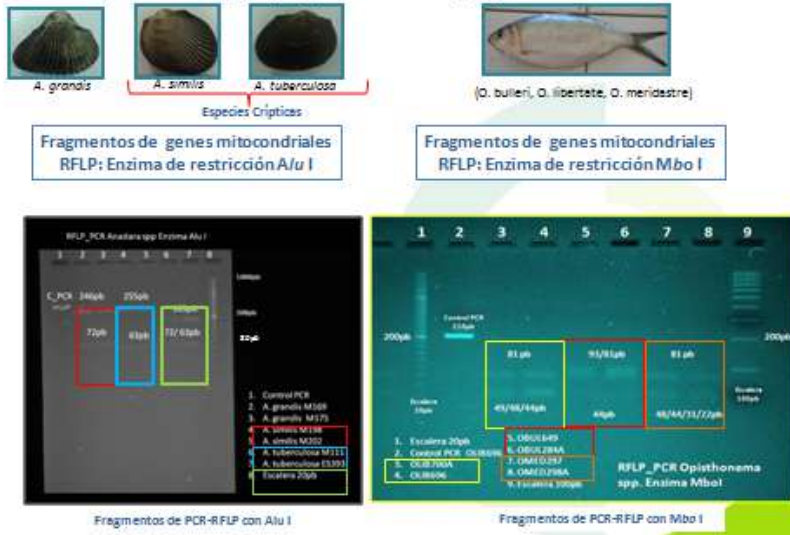


Figura 15.

## Caracterización genética de recursos marinos comerciales en Ecuador (*Ucides occidentalis*)

Fragmentos de genes mitocondriales  
COI, 16SrARN y UCI-COX1

PCR-RFLP, la digestión generada con los primers **UCI-COX1-1F** y **UCI-COX1-2R** con la enzima **BseGI** (GGATG) produce dos fragmentos de **212 y 85 pb**. Esta herramienta permite además la **identificación de ADN de *U. occidentalis*** en muestras de agua del medio natural, lo que permitirá la **detección de etapas larvarias de *U. occidentalis*** en muestras zooplánctónicas.

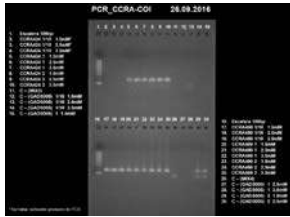


Figura 16.

## Caracterización genética de recursos marinos comerciales en Ecuador (*Cardisoma crassum*)

La secuencia parcial del gen COX1 alineamiento de 658 pb siendo la **primera secuencia disponible de esta especie para este marcador fundamental (Código de barras “barcoding”).**

La especificidad del amplicón de CCRA-COX1 para *C. crassum* se puede verificar in silico, además de por el tamaño, mediante **PCR-RFLP** mediante la digestión del producto de PCR con la enzima de restricción BseGI (GGATG) que producirá dos **fragmentos de 22pb y 145pb.**



### Fragmentos de genes mitocondriales COI , 16SrARN y CCRA-COX1



Figura 3. Árbol filogenético obtenido con el programa MEGA mediante el método de Neighbor-Joining y basado en secuencias parciales del gen mitocondrial 16SrRNA.

Figura 17.

## CONCLUSIONES

Se ha implementado la herramienta de la biología molecular en la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Pública de Santa Elena (UPSE), para estudiar algunos recursos pesqueros importantes para la población de Ecuador, principalmente para el sector de pesca artesanal y las conserveras. Estos estudios deberían ser implementados en todos los recursos pesqueros para Ecuador.

Se han identificado las muestras de los recursos pesqueros estudiados, procedentes de varias zonas del país, para determinar si existía diferenciación poblacional en las especies. No existen diferencias poblacionales en los recursos estudiados, solo en el caso de *Striostrea prismática* se determinaron incongruencias entre los individuos de las diferentes poblaciones que indican la presencia de dos haplotipos.

## AGRADECIMIENTOS

**Programa PROMETEO (SENECYT, Gobierno de Ecuador).**