

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Identificación de carne de tiburón utilizando PCR en productos de venta en mercados y pescaderías de Ambato, Cuenca y Manta**

**Pamela Andrea Viera Toscano**

**Ingeniería en Biotecnología**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Ingeniera Biotecnóloga

Quito, 20 de diciembre de 2023

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Identificación de carne de tiburón utilizando PCR en productos de venta en  
mercados y pescaderías de Ambato, Cuenca y Manta**

**Pamela Andrea Viera Toscano**

**Nombre del Profesor, Título académico**

**Juan José Guadalupe, MSc.**

**Nombre del Profesor, Título académico**

**Gabriela Pozo, M.B**

**Quito, 20 de diciembre de 2023**

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombre del estudiante:	Pamela Andrea Viera Toscano
Código:	00210888
Cédula de identidad.:	1805093760
Lugar y fecha:	Quito, 20 de diciembre de 2023

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

Los tiburones son considerados especies clave en los ecosistemas marinos por el rol que desempeñan en el mantenimiento de la salud poblacional de peces. Debido a la vulnerabilidad que presentan frente a la sobrepesca, ciertas especies que residen en el mar ecuatoriano han sido clasificados por la UICN en distintos estados de amenaza a nivel global. Se ha considerado que el alto valor de las aletas de tiburón en el mercado internacional es la principal motivación para su captura, lo que puede estar generando un mercado adyacente de venta para la carne de tiburón. Si bien las preferencias del consumidor convencional en Ecuador no incluyen este alimento, se ha estimado que la mitad de los consumidores no son conscientes de que están comprando carne de tiburón para su consumo. En la presente investigación se evaluaron distintas muestras de pescado comercializadas en mercados y pescaderías de la ciudad de Ambato, Cuenca y Manta. Los resultados evidenciaron que el 70,58% de las muestras que fueron compradas bajo el nombre de corvina y picudo en las ciudades de Ambato y Cuenca eran tiburón. Se observó que las condiciones ambientales, las características biológicas de los tiburones y las artes de pesca de la flota artesanal ecuatoriana están relacionadas con la composición de captura de estas especies en el mar territorial ecuatoriano, la venta de aletas y su comercialización en el mercado nacional. Se consideró también que la falta de regulaciones tanto en la trazabilidad de tiburón en los puertos de pesca como en la cadena de suministro pesquera obstaculizan con las iniciativas de conservación y maximizan los riesgos de que los consumidores sean víctimas de fraude alimentario.

## ABSTRACT

Sharks are considered keystone species in marine ecosystems due to their role in maintaining the population health of fish. Because of their vulnerability to overfishing, certain species residing in the Ecuadorian sea have been classified by the IUCN under different threat statuses globally. The high value of shark fins in the international market has been identified as the main motivation for their capture, potentially creating an associated market for shark meat. Although conventional consumer preferences in Ecuador do not include this food, it is estimated that half of the consumers are unaware that they are purchasing shark meat for consumption. In this research, various fish samples sold in markets and fishmongers in the cities of Ambato, Cuenca, and Manta were evaluated. The results revealed that 70.58% of the samples purchased under the names corvina and picudo in the cities of Ambato and Cuenca were shark. It was observed that environmental conditions, biological characteristics of sharks, and fishing methods of the Ecuadorian artisanal fleet are related to the catch composition of these species in the Ecuadorian territorial sea, the sale of fins, and their marketing in the domestic market. The lack of regulations in both shark traceability at fishing ports and the fishing supply chain hinders conservation initiatives and increases the risks of consumers falling victim to food fraud."

**key words:** sharks, marine ecosystems, overfishing, IUCN, endangered species, fin trade, shark meat, multiplex PCR, corvina, picudo, ecuadorian fishing fleet, traceability, food fraud.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción .....	11
1.1.	Características de los tiburones y su distribución en el mar territorial ecuatoriano. ....	11
1.2.	Tiburones en ecosistemas marinos y su importancia .....	11
1.3.	Contexto de pesca y comercio de tiburón en Ecuador y el mundo .....	12
1.4.	Sustitución de alimentos en la cadena de suministro pesquera en Ecuador .....	13
1.5.	Estrategias para la conservación y trazabilidad en la pesca de tiburones en Ecuador y herramientas molecular accesibles.....	14
2.	Métodos .....	15
2.1.	Adquisición de muestras de pescados de los mercados de Ambato, Cuenca y Manta seleccionados.....	15
2.2.	Extracción y cuantificación de ADN de las muestras de tejido muscular de pescado obtenidas.....	15
2.3.	Identificación molecular de tiburón. ....	16
2.3.1.	PCR simple y electroforesis en gel de agarosa .....	16
2.3.2.	PCR múltiple y electroforesis en gel de agarosa.....	16
3.	Resultados .....	18
3.1.	Resultados sobre la cuantificación y calidad de ADN obtenidos.....	18
3.2.	Identificación de tiburón en muestras vendidas como corvina, picudo y atún .....	18
3.3.	Composición de especies encontradas en las muestras positivas para tiburón.....	18
4.	Discusión.....	20
4.1.	Condiciones que afectan a la distribución de las especies de tiburones identificadas 20	
4.2.	Tipo de flota y artes de pesca utilizados en el mar territorial ecuatoriano y su relación con la composición de captura y venta de tiburones en el mercado.....	20
4.3.	Venta de tiburón y la falta de regulación dentro de la cadena de suministro pesquera en mercados del Ecuador.....	22
5.	Conclusiones .....	24
6.	Tablas .....	25
7.	Figuras .....	29
8.	Referencias.....	33
9.	Anexos.....	36
9.1.	Anexo 1: Decreto ejecutivo 486.....	36

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Numero de muestras recolectado por ciudad y nombres bajo los cuales fueron vendidas .....	25
Tabla 2. Lista de ciudades y mercados en donde se recolectaron las muestras con el periodo de recolección respectivo.....	26
Tabla 3. Secuencias de primers para especies de tiburón.....	27
Tabla 4. Número total (n) y porcentaje (%) de muestras identificadas como distintas especies de tiburón en las ciudades de la región Sierra .....	28



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Integridad de ADN extraído a partir de tejido muscular de pescado .....	29
Figura 2. Electroforesis en gel de agarosa al 2% de los productos de PCR simple .....	29
Figura 3. Electroforesis en gel de agarosa al 1,5% de los productos de PCR pentaplex (familia Sphyrnidae).....	30
Figura 4. Electroforesis en gel de agarosa al 1,5% de los productos de PCR hexaplex (Orden Lamniformes) .....	30
Figura 5. Sets de primers filogenéticamente agrupados en base a orden y familia .....	31
Figura 6. Composición de especies de tiburón identificadas en las ciudades de Ambato y Cuenca de la región Sierra del Ecuador.....	32

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Decreto ejecutivo 486.....	36
-------------------------------------	----

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Características de los tiburones y su distribución en el mar territorial ecuatoriano**

Los tiburones son animales marinos cartilaginosos del grupo de los elasmobranquios que se diferencian de las rayas por sus cuerpos cilíndricos, alargados y flexibles. Análisis cladísticos han evidenciado que las poblaciones de tiburones modernos están divididos en dos linajes diferentes: los escualomorfos y al de los galeomorfos (Klimley, 2013). Mientras que los escualomorfos son más primitivos con una trayectoria evolutiva en aguas más profundas, los galeomorfos tienen cerebros más grandes y anatomía más avanzada, que sugiere una evolución en ambientes tropicales de aguas poco profundas (Klimley, 2013). Los Lamniformes y los Carcharhiniformes constituyen dos de las cuatro ramas principales de los galeomorfos, de los cuales se derivan familias como Alopiidae, Carchrhinidae, Lamnidae, Shyrnidae y Triakidae cuyas especies han sido registradas en el Ecuador por reportes de desembarques industriales, artesanales y otros no publicados (Coello, 2005; Moreno et al., 2018). En base a un listado de especies de tiburones realizado por la sede del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) en Ecuador, se han identificado hasta 72 especies de tiburón en el mar territorial ecuatoriano (Domínguez & Cobeña, 2019).

De forma general, el hábitat de los tiburones en el océano depende de la combinación de factores abióticos, características fisiológicas y distintos comportamientos migratorios relacionados principalmente a la alimentación, variaciones de temperatura, ciclos reproductivos y campo magnético de la Tierra, que les permite distribirse ampliamente por distintas zonas frías y calientes (Klimley, 2013).

### **1.2. Tiburones en ecosistemas marinos y su importancia**

Los tiburones desempeñan un papel fundamental en ecosistema marino ya que han evolucionado en una estrecha interdependencia con el medio para mantener la salud poblacional de peces mediante la depredación a individuos enfermos, débiles y viejos (Motivarash Yagnesh

et al, 2020). Varias especies de tiburones se sitúan en la parte más alta de la cadena trófica marina, por lo que son consideradas especies clave que al disminuir en abundancia generan un impacto desproporcionado en sus ecosistemas, dando como resultado comunidades oceánicas poco estructuradas que sustentan menos diversidad y favorecen especies invasoras (Duffy, 2021). Algunas representaciones de redes alimentarias muestran que esta pérdida de tiburones desestabiliza la cascada trófica modificando la abundancia de especies (Bascompte et al., 2005), aumentando las poblaciones de especies debajo de ellos como las rayas, que a la vez disminuyen la abundancia de moluscos bivalvos (Motivarash Yagnesh et al., 2020).

Al ser animales longevos que presentan períodos largos de gestación, crecimiento lento, maduración tardía y bajas tasas de reproducción, los tiburones son especialmente vulnerables a la sobrepesca ya que sus poblaciones colapsan con facilidad y presentan una recuperación lenta ante actividades de captura (Techera & Klein, 2011). Es por ello que especies que residen en el mar ecuatoriano como el tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*), tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) y tiburón rabón bueno (*Alopias pelagicus*) han sido clasificados actualmente por la UICN como especies en peligro de extinción a nivel global, mientras que otros como el tiburón martillo gigante (*Sphyrna mokarran*) se encuentran en peligro crítico (Rigby et al., 2019), producto del incremento en la demanda de recursos marinos en el mundo (FAO, 2020).

### **1.3. Contexto de pesca y comercio de tiburón en Ecuador y el mundo**

En los últimos años varios peces tradicionales se han vuelto escasos debido a la sobreexplotación, lo cual ha llevado a que los pescadores opten por capturar especies de menor calidad en el mercado como los tiburones (Klimley, 2013). La alta rentabilidad de la comercialización de sus aletas y su fácil almacenamiento en los buques de pesca (López Rodríguez, 2019) ha suscitado la pesca dirigida hacia tiburones para aprovechar la gran demanda de aletas por el mercado asiático (Chiriboga High, 2013). Los precios elevados de las aletas de tiburón han contribuido a la resistencia de reducir la tasa de captura de este género

(Ferretti et al., 2020) y pueden haber favorecido el abuso de derecho de la norma jurídica al permitir una pesca dirigida de forma discreta en el caso de Ecuador, donde el almacenamiento, comercialización y transporte de aletas de tiburón y de su carne están permitidas si estos son producto de la pesca incidental (Decreto ejecutivo N°486, 2007)(Anexo A).

Considerando que el precio promedio por aleta de tiburón es alrededor de 10,8 veces el precio de su carne, se considera que el cuerpo del tiburón es esencialmente un subproducto de la producción de aletas (Ferretti et al., 2020). Conforme a esto, existe la posibilidad de que la demanda internacional de aletas de tiburón esté coaccionando la generación de un mercado para la venta de carne de tiburón, ya que como mencionan Ferretti et al., (2020) esta no cumple un rol dentro de plan de seguridad alimentaria de varios países.

#### **1.4. Sustitución de alimentos en la cadena de suministro pesquera en Ecuador**

En base a encuestas realizadas en Ecuador a comerciantes de varios mercados, se evidenció que las preferencias del consumidor convencional no incluyen la carne de tiburón, por lo que es comercializada bajo la denominación de picudo o corvina a precios más accesibles (Domínguez & Cobeña, 2019). De forma general se ha estimado que el 50% de consumidores de carne de tiburón reconocen que están consumiendo tiburón y el resto lo compran como filetes de picudo o corvina económicos (Domínguez & Cobeña, 2019).

Esto es considerado como una forma de sustitución de alimentos, un tipo de fraude alimentario que puede darse de forma inadvertida por una mala comprensión de las regulaciones, pero también de forma intencional generalmente para obtener un beneficio económico (Reilly, 2018). Varios estudios han demostrado que la cadena de comercialización pesquera es la más propensa al fraude alimentario a través del etiquetado incorrecto y sustitución de especies, en donde se intercambian especies de bajo valor comercial o menos deseables por variedades más costosas (Reilly, 2018). Es por esto que las medidas de control para la trazabilidad del tiburón

dentro de la cadena de suministro pesquera son necesarias tanto para garantizar la defensa alimentaria de los alimentos, como la gestión sostenible de la pesca (Reilly, 2018).

### **1.5. Estrategias para la conservación y trazabilidad en la pesca de tiburones en Ecuador y herramientas molecular accesibles**

En Ecuador la iniciativa para regular la captura y trazabilidad de tiburones, se ha abordado en colaboración con varios organismos mediante el Plan de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo de Tiburones de Ecuador (PAT-EC) (Rosero & Rosero, 2020). Estos mecanismos de trazabilidad se enfocan más en los puertos de desembarque, en donde se utiliza principalmente la identificación morfológica de los cuerpos capturados (Rosero & Rosero, 2020). La aplicación de PCR múltiple en base en la región variable ITS2 para la identificación de especies, es una opción eficiente para el análisis filogenético efectivo de tiburones, al ser una región altamente conservada a nivel de género y significativamente variable a nivel de especie (Abercrombie et al., 2005). Este diseño facilita el reconocimiento cuando la identificación morfológica no es posible y es útil cuando se requiere trabajar con una variedad taxonómica amplia (Caballero et al., 2012).

Tomando en cuenta el riesgo potencial y la vulnerabilidad a la sustitución de especies que enfrenta la cadena de comercialización pesquera frente al contexto comercial del tiburón y su captura, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal identificar la presencia de tiburón en productos comercializados como otras especies de peces en distintos mercados de la ciudad de Ambato, Cuenca y Manta, del Ecuador. Para cumplir este objetivo, se utilizará la técnica de PCR multiplex para la identificación molecular de tiburones en las muestras comercializadas y además discriminar las especies de tiburones presentes.

## **2. MÉTODOS**

### **2.1. Adquisición de muestras de pescados de los mercados de Ambato, Cuenca y Manta seleccionados**

Para la recolección de muestras se seleccionaron tres ciudades con alta densidad poblacional, Ambato, Cuenca y Manta (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador, 2022), en donde se eligieron 3 mercados por ciudad para la adquisición de un promedio de 5 muestras por mercado (Tabla 1). Las muestras se compraron en distintos periodos durante el mes de junio y julio, como se muestra en la Tabla 2. Estas se obtuvieron a partir los puestos de venta disponibles en cada mercado, bajo el nombre de corvina, picudo, albacora y atún, y se colocaron en contenedores plásticos rotulados con el nombre del mercado al que pertenecían, código de identificación de la muestra y fecha de recolección (Tabla 1). Posteriormente se trasladaron las muestras recolectadas en una hielera de muestras biológicas al laboratorio de Biotecnología Vegetal de la USFQ y fueron almacenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  antes de ser procesadas.

### **2.2. Extracción y cuantificación de ADN de las muestras de tejido muscular de pescado obtenidas**

La extracción del material genético se realizó en base al protocolo establecido por Broderick et al. (2011). Se cortó entre 0.12-0.14g del tejido de cada muestra, asegurando la esterilidad entre las mismas y se dejó en digestión durante la noche a  $56^{\circ}\text{C}$  por un periodo menor a 24h. Los lavados del pellet de ADN se realizaron con etanol absoluto frío y los tubos se colocaron en la cámara de sorbona para evaporar los residuos de etanol. Posteriormente el ADN de las muestras se resuspendió en  $30\mu\text{L}$  de agua utrapura libre de DNAsas y se almacenó en refrigeración por un día, antes de cuantificar y determinar su calidad en el Nanodrop 2000

(Thermo Scientific). Por último, para evaluar la integridad del ADN obtenido, se realizó electroforesis en geles de agarosa del ADN genómico.

### **2.3. Identificación molecular de tiburón.**

#### **2.3.1. PCR simple y electroforesis en gel de agarosa**

Se realizó PCR simple a partir de dos primers universales de tiburón, FISH5,8SF y FISH28SR (Abercrombie et al., 2005). La identificación de tiburón en las muestras se llevó a cabo a través de la presencia o ausencia de bandas amplificadas. Además, el tamaño de banda amplificado permitió la caracterización de la familia a la que pertenecía cada muestra (Tabla 3). Como controles positivos se utilizaron muestras de ADN tiburón de estudios previos realizados por el laboratorio de Biotecnología Vegetal de la USFQ y muestras de ADN de corvina como control negativo. Las concentraciones de reactivos se realizaron en base al protocolo descrito por Pinhal et al. (2012), con 12,5pmol de cada primer, 1X de buffer de PCR, 2,0mM de MgCL<sub>2</sub>, 200uM de dNTPs, 1U de taq Platinum (Invitrogen) y 15-20 ng/L de ADN, en un volumen final de 25 µl. Las condiciones de ciclos térmicos se realizaron en base al perfil descrito por Hidalgo (2013) y Calderón (2014), de la siguiente manera: desaturación inicial a 94°C durante 15 min, seguido de 35 ciclos de 94°C por 1 min, 65°C durante 1min, 72°C durante 2 min y una fase final a 72°C por 5 min. Una vez terminado el proceso de ciclaje, los productos de PCR se examinaron mediante electroforesis en gel de agarosa al 2% (TBE 1X) durante 2h a 80v.

#### **2.3.2. PCR múltiple y electroforesis en gel de agarosa**

Para la identificación de especie de las muestras identificadas como tiburón, se utilizó primers universales de tiburón (FISH5,8SF y FISH28SR) junto con primers especie-específicos (Tabla 3), que fueron agrupados en grupos filogenéticamente coherentes como se señala por Pinhal et al. (2012). De esta manera, se realizó la evaluación simultánea de los primers especie-específicos agrupados por familia y por orden, en donde se evaluaron las distintas muestras



mediante PCR pentaplex y PCR hexaplex que incluyeron la combinación de 5 y 6 primers respectivamente (Figura 5)

Los ensayos de la PCR multiplex se realizaron en base a las concentraciones y perfil de ciclos térmicos descritos por Pinhal et al. (2012), Castro (2022) e Hidalgo (2013), mientras que para el análisis de los productos de PCR se realizó electroforesis en geles de agarosa al 1,5% (TBE 1X), a 100v durante 30-45min.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados sobre la cuantificación y calidad de ADN obtenidos

El protocolo de extracción permitió la obtención de muestras con altas concentraciones de ADN, que oscilaron entre 286,4ng/ul y 2967,4ng/ul. La electroforesis en gel del ADN genómico permitió identificar las muestras de ADN de buena calidad en base a la presencia de una banda definida en la parte superior del gel (Figura 1). También se observó que en algunas muestras el material genético se encontraba degradado, no obstante, la calidad del ADN en base a la relación 260/280 fue buena, con la obtención de valores mayores a 1,8.

#### 3.2. Identificación de tiburón en muestras vendidas como corvina, picudo y atún

La evaluación de geles de las PCR simple permitió la discriminación de 3 tamaños de banda distintos pertenecientes a las familias Alopiidae (1200pb), Carcharhinidae (1470pb) y Sphyrnidae (860pb) (Figura 2). De las 47 muestras evaluadas en total, 24 se identificaron como tiburón. De estas muestras positivas el 100% pertenecieron a las ciudades de Ambato y Cuenca de la región Sierra, en donde el 70,58% de las muestras analizadas de esta región fueron identificadas como tiburones, mientras que en la ciudad de Manta de la región de la Costa no se encontraron muestras identificadas como tiburón (Tabla 4). Las muestras de la ciudad de Ambato mostraron el porcentaje más alto de tiburón vendido como corvina y picudo con el 78,94% de muestras positivas, mientras que en Cuenca el porcentaje de muestras positivas fue del 60% (Tabla 4).

#### 3.3. Composición de especies encontradas en las muestras positivas para tiburón

En base a las PCR multiplex realizadas a partir de la identificación previa de familias, se identificó en los productos de electroforesis la presencia de bandas de distintos tamaños pertenecientes a las especies *Alopias pelagicus* (230pb), *Prionace glauca* (929pb), *Carcharhinus falciformis* (1085pb) y *Sphyrna zygaena* (249pb) (Figura 3-4). En el caso de la ciudad de Ambato, se evidenció la presencia de tres especies de tiburón vendidas como corvina

y picudo en los mercados y pescaderías evaluados (Tabla 4). La composición de especies de las muestras evidenció que *A. pelagicus* fue la especie que más se encontró en las muestras compradas de esta ciudad, con 7 muestras identificadas como tiburón, pertenecientes a esta especie. La segunda especie encontrada fue *P. glauca*, que se identificó en 5 muestras del total y la especie *C. falciformis* se identificó en 3 muestras del total que se vendieron bajo el nombre de corvina y picudo en estos mercados.

En el caso de la ciudad de Cuenca se evidenciaron tres especies de tiburón distintas vendidas bajo el nombre de corvina (Tabla 4). En función del número de especies identificadas, se observó que tanto *A. pelagicus* como *C. falciformis* estaban presentes en proporciones iguales en las muestras analizadas. Así, se evidenció que 3 muestras del total de tiburones identificados pertenecen a la especie *A. pelagicus* y otras 3 a la especie *C. falciformis*, mientras que solo 2 muestras pertenecen a la especie *S. zygaena* de total de muestras compradas como corvina en los mercados de la ciudad de Cuenca. Una de las muestras identificada como carne de tiburón obtenida de los mercados de esta ciudad no presentó amplificación de banda para ninguna de las especies evaluadas, por lo que solo se llegó a reconocer el nivel de taxón de familia de esta muestra, misma que pertenece a la familia Carcharhinidae.

A partir de estos, se evidenció de forma general que *Alopias pelagicus* fue la especie de tiburón de mayor prevalencia en las muestras analizadas de las ciudades de la región de la Sierra, representando el 29,41% de las muestras positivas, mientras que *C. falciformis* se encontró en el 17,64% de las muestras, *P. glauca* en el 14,70% y *S. zygaena* en el 0,058% (Figura 6).

## 4. DISCUSIÓN

### 4.1. Condiciones que afectan a la distribución de las especies de tiburones identificadas

Las especies *A. pelagicus*, *P. glauca*, *C. falciformis* y *S. zygaena* encontradas en este estudio, se consideran especies pelágicas por encontrarse en gran abundancia en zonas nerítica cercanas a la superficie (Mena V. et al., 1993). La proporción de las especies encontradas puede estar relacionada a su distribución en el mar ecuatoriano y la presión pesquera local en conjunto, por la influencia que presenta la interrelación de estos factores en las fluctuaciones de los índices de captura (Torero et al., 1999). Factores ambientales importantes como el fenómeno de El Niño y La Niña son las principales responsables de la composición, distribución y abundancia de especies pelágicas en todo el Océano Pacífico ecuatorial y puede ser la base de la estructura espacio-temporal de las embarcaciones en el Ecuador (Martínez-Ortiz et al., 2015).

### 4.2. Tipo de flota y artes de pesca utilizados en el mar territorial ecuatoriano y su relación con la composición de captura y venta de tiburones en el mercado

Según el Viceministerio de Acuicultura y Pesca (2017), el Ecuador cuenta con un total de 3674 embarcaciones artesanales matriculadas y 541 barcos de la flota industrial (como se cita en Zambrano & Delgado, 2018). Es por esto que la pesca en Ecuador y la composición de su flota “oceánica-artesanal” se consideran novedosas, ya que la pesquería artesanal convencional suele establecerse a menor escala en la mayoría de los países, pero en el Ecuador conforman alrededor del 80% de las capturas totales del mercado y se ha extendido a lo largo de los años hasta 1.400 millas náuticas de la costa (Martínez-Ortiz et al., 2015). Esta flota se compone de embarcaciones buque nodriza que utilizan principalmente redes de enmalle de superficie y de fondo dirigidas a una gama de especies epipelágicas de aguas medias y demersales, pero también palangres pelágicos dirigidos a grupos multi-especie como túnidos y picudos (Martínez-Ortiz et al., 2015). Ambas artes de pesca predominan entre las herramientas de pesca que más registran la captura de tiburones, siendo la pesca de palangre la que registra un mayor

índice de captura incidental y no incidental en general, especialmente desde marzo a septiembre cuando la flota de nodriza cambia de tipo de anzuelo (Martínez-Ortiz et al., 2015).

Los registros de pesca de embarcaciones en Ecuador muestran que las especies más capturadas son *A. pelagicus* con el 50% de participación en el total de desembarques y *P. glauca* con el 14,4% (Menéndez Delgado, 2022). Algo similar se observa en las guías de movilización de aletas de tiburón, en donde se encontró que *A. pelagicus* fue la especie más comercializada con un volumen de 185,9t, más del 50% del volumen total de comercialización de aletas para ese año, seguido por *P. glauca* con un volumen de 120,6t, alrededor del 33% del total y a *C. falciformis* con un volumen de 34,46t, alrededor del 9,5% del total de aletas comercializadas (Domínguez & Cobeña, 2019). En la presente investigación se observó una proporción de especies similar, evidenciando que *A. pelagicus* fue la especie más frecuentemente encontrada en las muestras compradas en las ciudades de la Sierra bajo el nombre de corvina o picudo, seguida por *C. falciformis* y *P. glauca* (Figura 6).

Un estudio sobre la composición de especies en embarcaciones de puertos ecuatorianos realizado por Martínez-Ortiz et al. (2015) identificó que *A. pelagicus* fue la especie más capturada específicamente por la pesca palangrera. Así mismo, *P. glauca* es una de las especies más vulnerables a la presión pesquera producto de las actividades de captura que han perjudicado su ciclo reproductivo y el tamaño de sus poblaciones (Armas Ricaurte, 2023). En el caso de *C. falciformis* se sabe que los individuos grandes de esta especie prefieren zonas cercanas a la línea ecuatorial, con áreas de alta productividad de afloramientos que ofrecen oportunidades ideales de alimentación y que se superponen a la del atún tropical, favoreciendo a su captura en grandes cantidades (Kindong et al., 2022). Por otro lado, en desembarques de Puerto López de 2007 a 2013 realizado por DeGeorge (2014) se vio que el 99% de individuos capturados de *S. Zygaena* no habían alcanzado la madurez sexual (como se cita en Mejía et al., 2022). Esto puede estar asociado a que los individuos jóvenes permanecen en sus sitios de

nacimiento en zonas costeras durante los primeros años de vida antes de iniciar sus migraciones (Chapman et al., 2015, como se cita en Félix-López et al., 2019), siendo las redes de enmalle las que más registran su captura (Martínez-Ortiz et al., 2015).

Si bien el PAT-EC fue establecido para la sistematización de investigación e identificación de tiburones para su conservación y correcta trazabilidad en puertos de pesca (Rosero & Rosero, 2020), desde el 2015 ha habido inspecciones y advertencias hacia el Ecuador por parte de la Unión Europea, debido a la falta de cooperación para la lucha contra la pesca no declarada y no reglamentada (Vera & Tatac, 2021). Esta pesca incluye especies vulnerables y en peligro reportadas con anterioridad, que están siendo comercializadas en mercados del Ecuador (Calderón, 2014; Manzanillas Castro, 2022), al igual que en el presente proyecto de investigación.

#### **4.3. Venta de tiburón y la falta de regulación dentro de la cadena de suministro pesquera en mercados del Ecuador.**

En una informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) (2018) se identificó la magnitud de la vulnerabilidad que existe al fraude alimentario dentro de la cadena de suministro pesquera y se destacó la poca información que existe en los países en vías de desarrollo sobre esta problemática. Los resultados observados en el presente proyecto de investigación sobre los porcentajes de venta de tiburón como otras especies de pescados en los mercados de Ambato (78,9%) y Cuenca (60%) de la región de la Sierra (70,58%) reafirman esta problemática en la cadena de suministro pesquera del Ecuador y ponen en duda la efectividad de las estrategias que se llevan a cabo en el país para garantizar el cumplimiento de las regulaciones de defensa alimentaria y minimizar el riesgo de que los consumidores sean víctimas de fraude alimentario.

La ausencia de tiburón en las muestras evaluadas de la ciudad de Manta puede vincularse a información poco documentada en la bibliografía de que los consumidores de la región costera

son capaces de reconocer la carne de tiburón por su apariencia y olor, según lo reportado por vendedores cuando se compraron las muestras en esta ciudad. Por otro lado, el 60,41% del volumen anual de venta de tiburones se concentran en las provincias de la región Sierra, el 29,72% se exporta a Huaquillas-Perú y apenas el 1,30% se comercializa en la región oriental y la costa (Domínguez & Cobeña, 2019). En el Ecuador la pesca de grandes volúmenes que cruza en los mercados son comercializados principalmente en efectivo a otros intermediarios y en general es un mercado bastante informal y poco regulado (Vera & Tatac, 2021).

Reilly (2018) indica que los sistemas de trazabilidad de pescado se basan principalmente en documentación de registros de buques de pesca, lo cual es poco práctico ya que los canales de distribución son complejos y pueden verse afectados en varios puntos a lo largo de la cadena de suministro, durante la llegada del producto, su procesamiento, distribución o venta al por menor (Gil et al., 2019). Por lo cual, otros datos como la diferencia entre el volumen de pesca incidental de tiburones y el volumen comercializado registrados en las guías de movilización puede ser importante para abordar esta problemática (Domínguez & Cobeña, 2019). Por otro lado, no existen leyes que aborden directamente todos los aspectos del fraude alimentario y las responsabilidades de control suelen ser compartidas entre varias autoridades nacionales, lo que aumenta el nivel de complejidad del rastreo fiable de los productos de pesca desde el punto de captura hasta el plato del consumidor (Reilly, 2018). Si bien en el Ecuador se habla de mejorar el control y la trazabilidad de productos pesqueros en los puertos (FAO, 2023), es necesario que también se incluyan medidas de fortalecimiento de las estrategias disponibles para la trazabilidad de tiburón a lo largo de la cadena de suministro para garantizar la venta transparente de las especies comercializadas.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio revelaron la presencia de cuatro especies de tiburones (*A. pelagicus*, *P. glauca*, *C. falciformis* y *S. Zygaena*) en las muestras que fueron vendidas como corvina y picudo en los mercados seleccionados de la ciudad de Ambato y Cuenca del Ecuador. Las condiciones ambientales, así como los aspectos fisiológicos de los tiburones y la presión pesquera ecuatoriana en conjunto, desempeña un papel significativo en la captura de estas especies. De este modo, la composición de pesca de desembarques pesqueros está bastante relacionada con la composición de aletas comercializadas en el mercado, así como de la venta de carne de tiburón bajo el nombre de otras especies de pescado en los mercados del Ecuador. La falta de regulación efectiva y trazabilidad en la cadena de suministro pesquera plantea preocupaciones sobre la autenticidad de los productos y la alta posibilidad de fraude alimentario sobre todo en mercados de la Sierra. En este contexto, es esencial fortalecer las estrategias de trazabilidad a lo largo de la cadena de suministro pesquera en Ecuador, considerando la complejidad de los canales de distribución, la informalidad del mercado y la necesidad de regulaciones más específicas. De esta manera, se plantea mejorar la transparencia en la venta de especies de tiburones mediante el etiquetado y supervisión adecuada de los productos comercializados en los mercados, para garantizar la defensa alimentaria y la sostenibilidad de tiburones en la industria pesquera ecuatoriana.



## 6. TABLAS

**Tabla 1. Numero de muestras recolectado por ciudad y nombres bajo los cuales fueron vendidas**

<b>Ciudad</b>	<b>Mercado</b>	<b>Número muestras</b>	<b>Nombre del producto vendido</b>
<b>Ambato</b>	Mercado América	7	Corvina Picudo Atún
	Mercado Central de Ambato y pescaderías del sector	6	
	Mercado Urbina	6	
	<b>Total</b>	<b>19</b>	
<b>Manta</b>	Mercado Central de Manta	5	Corvina Albacora
	Mercado Tarqui de Manta	5	
	Mercado Los Esteros	3	
	<b>Total</b>	<b>13</b>	
<b>Cuenca</b>	Mercado 10 de Agosto	5	Corvina
	Mercado 9 de Octubre	5	
	Mercado 3 de Noviembre	5	
	<b>Total</b>	<b>15</b>	
<b>Numero de muestras analizadas</b>	<b>47</b>		

**Tabla 2. Lista de ciudades y mercados en donde se recolectaron las muestras con el periodo de recolección respectivo**

<b>Ciudad</b>	<b>Mercado</b>	<b>Fechas de colecta</b>
<b>Ambato</b>	Mercado América	10/6/2023 - 17/6/2023
	Mercado Central de Ambato y pescaderías del sector	
	Mercado Urbina	
<b>Manta</b>	Mercado Central de Manta	26/6/2023 – 28/06/23
	Mercado Tarqui de Manta	
	Mercado Los Esteros	
<b>Cuenca</b>	Mercado 10 de Agosto	03/6/2023 – 06/06/23
	Mercado 9 de Octubre	
	Mercado 3 de Noviembre	

Tabla 3. Secuencias de primers para especies de tiburón

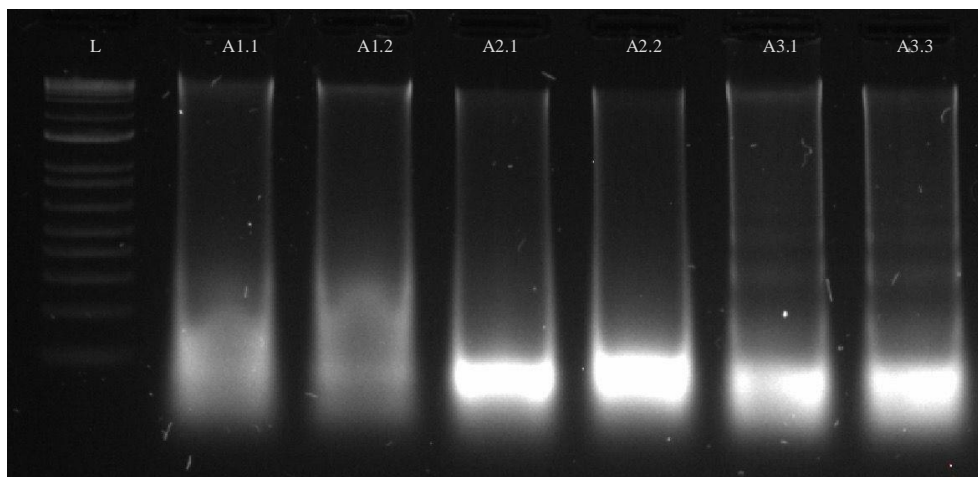
Espece tiburón	Código del primer	Nombre científico	Nombre común	Secuencia de primer	Tamaño de amplicón	Referencia
<i>Prionace glauca</i>	Primer blue	Blue	Tiburón aguado o azul	5'AGAAGTGGAGCG ACTGT CTTCGCC3'	929	Shijvi et al. (2002)
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Primer silky	Silky	Tiburón mico o sedoso	5'ACCGTGTG GGCCAGGGGTC3'	1085	Shijvi et al. (2002)
<i>Carcharhinus galapagensis</i>	Primer dusky	Galapagos	Tiburón Galapagos	5'GTGCCTTC CCACCTTTTG GCG3'	480	Pank et al. (2001)
<i>Sphyrna lewini</i>	ScHH401F	Scalloped hammerhead	Tiburón martillo, cachuda roja	5'GGTAAAGGATC CGCTTTGCTGGA3'	445	Abercrombie et al. (2005)
<i>Sphyrna zygaena</i>	SmHH630F	Smooth hammerhead	Tiburón martillo, cachuda blanca	5'TGAGTGCTGTGA GGGCA CGTGGCCT3'	249	Abercrombie et al. (2005)
<i>Sphyrna mokarran</i>	GtHH123F	Great hammerhead	tiburón martillo	5'AGCAAAGA GCGTGGCTG GGGTTTCGA 3'	782	Abercrombie (2004)
<i>Alopias superciliosus</i>	Bigeye thresher 272F	Biegeye thresher	Tiburón rabón amargo	5'AGTGCTTG ACCATTTCGG TGTGCGT3'	1000	Abercrombie (2004)
<i>Alopias vulpinus</i>	Common thresher 792F	Thresher	Tiburón rabón	5'TTCCGTCTC CTTCCACAC GTCGAGT3'	601	Abercrombie (2004)
<i>Alopias pelagicus</i>	Pelagic thresher 1113F	Pelagic thresher	Tiburón rabón bueno	5'CCGGCCAT GCCTTCTGC AACTTG3'	230	Abercrombie (2004)
<i>Isurus oxyrinchus S</i>	Shortfin mako 575F	Shortfin mako	Tiburón tinto	5'AGGTGCCT GTAGTGCTG GTAGACACA 3'	771	Shijvi et al. (2002)
<i>Universal FISH5.8SF</i>	Universal FISH5.8SF	-	-	5'TTAGCGGT GGATCACTC GGCTCGT3'	F. Sphyrnidae (SZ): 860 F. Carcharhinidae (PG/CF/CG): 1470 F. Lamnidae (IO): 1350 F. Alopiidae (AP): 1200	Pank et al. (2001)
<i>Universal FISH28SR</i>	Universal FISH28SR	-	-	5'TCCTCCGC TTAGTAATA TGCTTAAAT TCAGC3'		

Tabla modificada de Hidalgo (2013).

**Tabla 4. Número total (n) y porcentaje (%) de muestras identificadas como distintas especies de tiburón en las ciudades de la región Sierra**

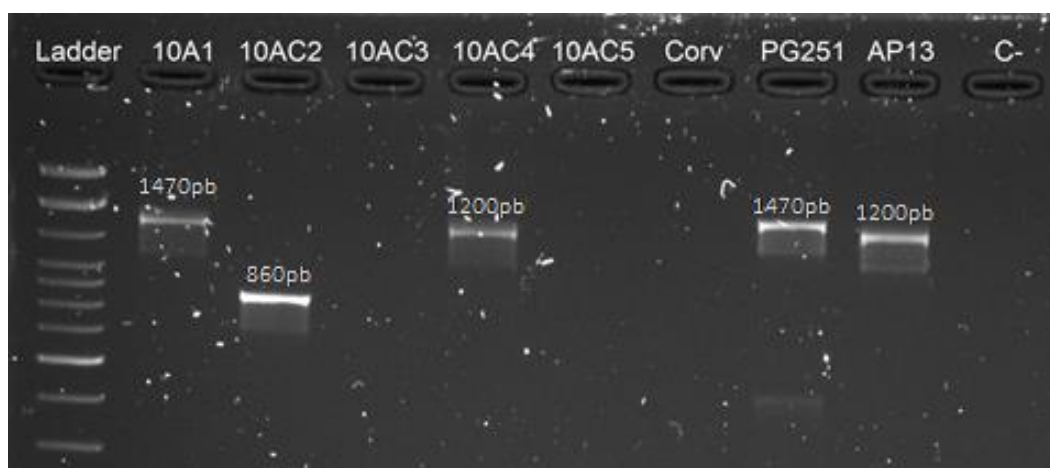
Familia	Especie	n de muestras por ciudad		n de muestras totales de la Sierra	% de muestras totales de la Sierra
		Ambato	Cuenca		
Alopiidae	<i>Alopias pelagicus</i>	7	3	10	29,41
Carcharhinidae	<i>Prionace glauca</i>	5	-	5	14,70
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus falciformis</i>	3	3	6	17,64
Sphyrnidae	<i>Sphyrna zygaena</i>	-	2	2	0,058
Carcharhinidae	-	-	1	1	0,029
n de muestras positivas en relación con el n total de muestras recolectadas		15/19	9/15	24/34	70,58

## 7. FIGURAS



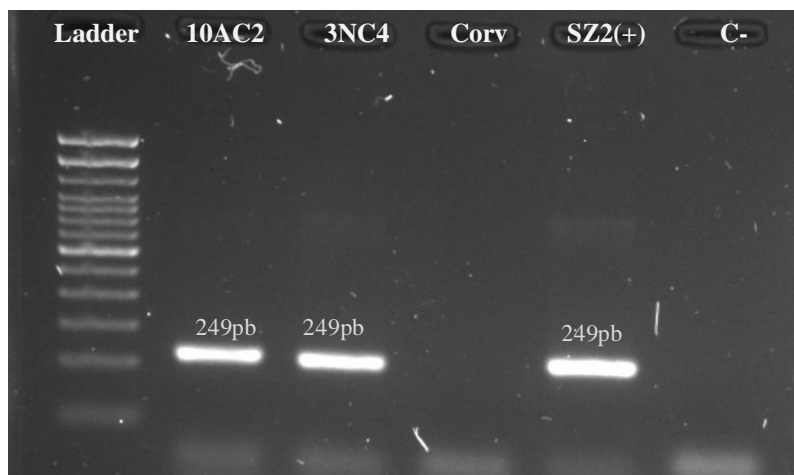
**Figura 1. Integridad de ADN extraído a partir de tejido muscular de pescado**

Electroforesis en gel de agarosa al 1,5% de muestras de ADN genómico extraídas a partir de tejido muscular de pescado. Carril 1. Ladder 100pb (Invitrogen). Carril 2-6: muestras de carne de pescado. Las bandas de las muestras A1.2, A3.1 mostraron bandas más definidas en la parte superior del gel, mientras que A1.1, A2.1, A2.2, A3.3 no presentaron una banda definida.



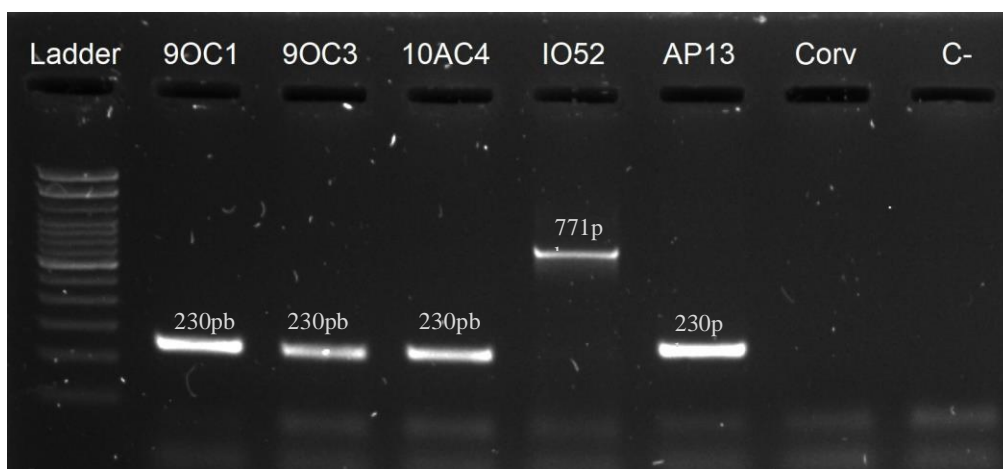
**Figura 2. Electroforesis en gel de agarosa al 2% de los productos de PCR simple**

Resultados de la amplificación de PCR simple utilizando 2 primers universales ITS2 (FISH 5.8SF y FISH 28SR). Carril 1: Ladder 100pb (Invitrogen). Carril 2-6: muestras de carne de pescado. Carril 7: control negativo, ADN de corvina. Carril 8: control positivo para *Prionace glauca*. Carril 9: control positivo *Alopias pelagicus*. Carril 10; control negativo, agua. Muestras identificadas como tiburones: 10AC1, 10AC2, 10AC4.



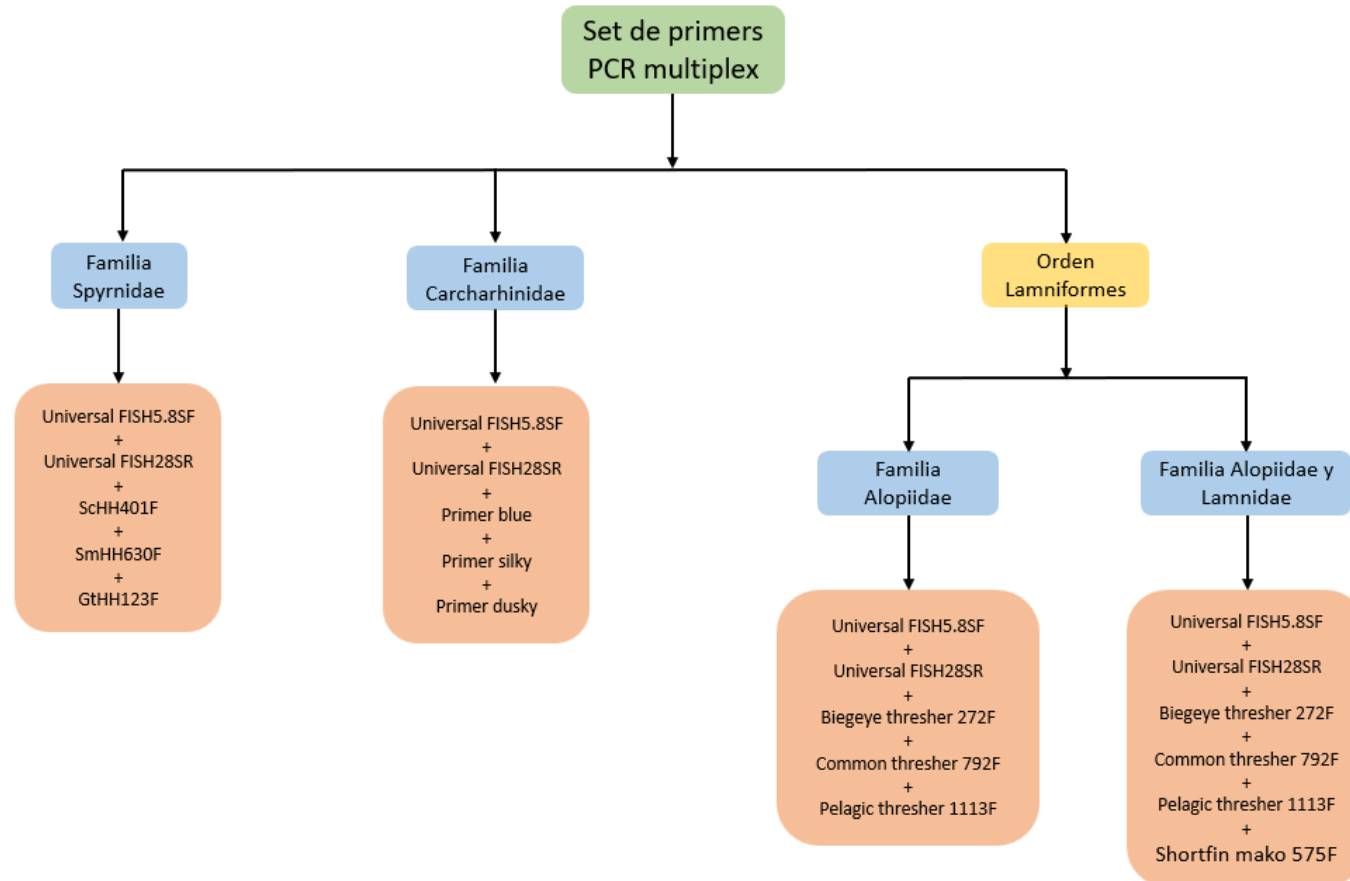
**Figura 3. Electroforesis en gel de agarosa al 1,5% de los productos de PCR pentaplex (familia Sphyrnidae)**

Resultados de las reacciones de amplificación de PCR pentaplex utilizando la combinación de 2 primers universales y 3 primers especie-específicos para *Sphyrna lewini*, *Sphyrna zygaena* y *Sphyrna mokarran*. Carril 1: Ladder 100pb (Invitrogen). Carril 2-3: muestras de tiburón. Carril 4: control negativo, ADN de corvina. Carril 5: control positivo para *Sphyrna zygaena*. Carril 11: control negativo, agua. Muestras identificadas como *S. zygaena*: 10AC2, 3NC4.



**Figura 4. Electroforesis en gel de agarosa al 1,5% de los productos de PCR hexaplex (Orden Lamniformes)**

Resultados de las reacciones de amplificación de PCR hexaplex utilizando la combinación de 2 primers universales y 4 primers especie-específicos para *Alopias pelagicus*, *Alopias vulpinus*, *Alopias superciliosus* e *Isurus oxyrinchus*. Carril 1: Ladder 100pb (Invitrogen). Carril 2-4: muestras de tiburón. Carril 5: control positivo para *I. oxyrinchus*. Carril 6: control positivo para *Alopias pelagicus*. Carril 7: control negativo, ADN de corvina. Carril 8: control negativo, agua. Muestras identificadas como *A. pelagicus*: 9OC1, 9OC3, 10AC4.



**Figura 5. Sets de primers filogenéticamente agrupados en base a orden y familia**

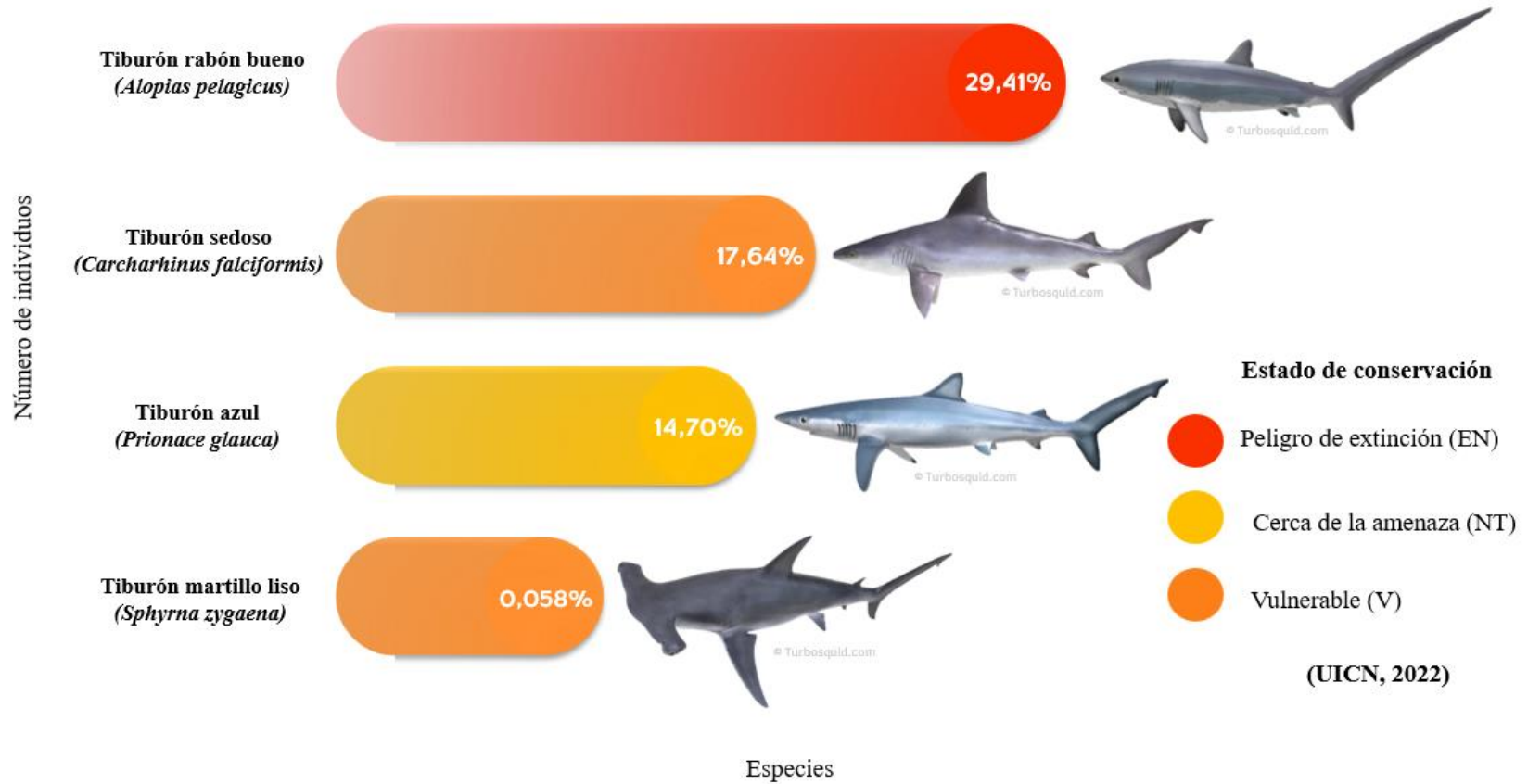


Figura 6. Composición de especies de tiburón identificadas en las ciudades de Ambato y Cuenca de la región Sierra del Ecuador



## 8. REFERENCIAS

- Abercrombie, D., Shelley, C., & Shivji, M. (2005). Global-scale genetic identification of hammerhead sharks: Application to assessment of the international fin trade and law enforcement. *Conservation Genetics*, 6, 775-788. <https://doi.org/10.1007/s10592-005-9036-2>
- Armas Ricaurte, A. J. (2023). *Caracterización de los embriones de Prionace glauca tiburón azul obtenido de los desembarques del puerto pesquero Santa Rosa, provincia Santa Elena—Ecuador*. [bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10142>
- Bascompte, J., Melián, C. J., & Sala, E. (2005). Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(15), 5443-5447. <https://doi.org/10.1073/pnas.0501562102>
- Broderick, D., Ovenden, J., Buckworth, R., Newman, S., Lester, R., & Welch, D. (2011). Genetic population structure of grey mackerel *Scomberomorus semifasciatus* in northern Australia. *Journal of fish biology*, 79, 633-661. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03055.x>
- Caballero, S., Cardeñosa, D., Soler, G., & Hyde, J. (2012). Application of multiplex PCR approaches for shark molecular identification: Feasibility and applications for fisheries management and conservation in the Eastern Tropical Pacific. *Molecular Ecology Resources*, 12(2), 233-237. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2011.03089.x>
- Calderón, M. J. M. (2014). *¿Comemos tiburón?: Identificación molecular de carne de tiburón de venta en mercados y pescaderías del Distrito Metropolitano de Quito* [Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3149/1/000110391.pdf>
- Chiriboga High, D. L. (2013). *La conservación de las especies en la política internacional del Ecuador, caso: Aletas de tiburón*.
- Domínguez, C., & Cobeña, M. (2019). *Estudio de comercialización de carne de tiburón en Ecuador, para entender las características específicas del mercado de carne de tiburón y sus subproductos en el país*. WWF-Ecuador.
- Duffy, J. E. (2021). *Ocean Ecology: Marine Life in the Age of Humans*. Princeton University Press.
- FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: La sostenibilidad en acción*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- FAO. (2023, junio 22). *Ecuador: Sede de evento FAO que busca fortalecer la trazabilidad de productos pesqueros en los puertos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1643269/>

- Félix-López, D. G., Bolaño-Martínez, N., Díaz-Jaimes, P., Oñate-González, E. C., Ramírez-Pérez, J. S., García-Rodríguez, E., Corro-Espinosa, D., Osuna-Soto, J. E., & Saavedra-Sotelo, N. C. (2019). Possible female philopatry of the smooth hammerhead shark *Sphyrna zygaena* revealed by genetic structure patterns. *Journal of Fish Biology*, 94(4), 671-679. <https://doi.org/10.1111/jfb.13949>
- Ferretti, F., Jacoby, D. M. P., Pflieger, M. O., White, T. D., Dent, F., Micheli, F., Rosenberg, A. A., Crowder, L. B., & Block, B. A. (2020). Shark fin trade bans and sustainable shark fisheries. *Conservation Letters*, 13(3), e12708. <https://doi.org/10.1111/conl.12708>
- Gil, L., Manyes, L., Font, G., & Berrada, H. (2019). Defensa Alimentaria: Revisión de herramientas y estrategias. *Revista de Toxicología*, 36(2), 99-105.
- Hidalgo, C. (2013). *Protocolo de identificación molecular de especies de tiburón analizando muestras de Galápagos y Puerto López* [bachelorThesis, Quito, 2013]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2228>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador. (2022). *Censo Ecuador*. <https://censoecuador.ecudatanalytics.com/>
- Kindong, R., Sarr, O., Wang, J., Xia, M., Wu, F., Dai, L., Tian, S., & Dai, X. (2022). Size distribution patterns of silky shark *Carcharhinus falciformis* shaped by environmental factors in the Pacific Ocean. *Science of The Total Environment*, 850, 157927. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157927>
- Klimley, A. P. (2013). *The Biology of Sharks and Rays* (S. Oerding, Ed.). University of Chicago Press.
- López Rodríguez, P. (2019). *El comercio de atletas de tiburón: Los principales problemas para la conservación de tiburones*.
- Manzanillas Castro, A. B. (2022). *Identificación molecular de especies de tiburón comercializadas en el Mercado 17 de Diciembre, Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador*. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/34e60943-9043-459c-aba6-d5b648ec59ed>
- Martínez-Ortiz, J., Aires-da-Silva, A. M., Lennert-Cody, C. E., & Maunder, M. N. (2015). The Ecuadorian Artisanal Fishery for Large Pelagics: Species Composition and Spatio-Temporal Dynamics. *PLOS ONE*, 10(8), e0135136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135136>
- Mejía, D., Mero-Jiménez, J., & Briones-Mendoza, J. (2022). BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y PESQUERÍA DEL TIBURÓN MARTILLO (*Sphyrna zygaena*) EN EL ECUADOR: UNA REVISIÓN HISTÓRICA-BIBLIOGRÁFICA. *Scientia*, 32(1), Article 1.
- Mena V., P., Suárez, L., & Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos (Eds.). (1993). *La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador: Memorias del simposio llevado a cabo del 10 al 12 de junio de 1992*. EcoCiencia.
- Menéndez Delgado, E. (2022). *Análisis histórico y estudio económico de la pesca artesanal de tiburones en Manta-Ecuador: El caso del alopías pelagicus y prionace glauca* [Doctoral thesis]. <https://rodin.uca.es/handle/10498/27541>

- Moreno, A., Díaz-Ponce, M., Acosta-Farías, M., Jimenez, E., Saltos, J., & Neira, J. (2018). Distribución espacial de Elasmobranquios en la costa continental ecuatoriana. *Ciencia y Tecnología*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.18779/cyt.v11i1.219>
- Motivarash Yagnesh, B., Fofandi Durga, C., Dabhi Raj, M., Makrani Rehanavaz, A., & Tanna Poojaben, D. (2020). Importance of sharks in ocean ecosystem. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(1), 611-613.
- Pinhal, D., Shivji, M., Nachtigall, P., Chapman, D., & Martins, C. (2012). A Streamlined DNA Tool for Global Identification of Heavily Exploited Coastal Shark Species (Genus *Rhizoprionodon*). *PloS one*, 7, e34797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034797>
- Reilly, A. (2018). *Overview of food fraud in the fisheries sector*.
- Rigby, C., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M., Herman, K., Jabado, R., Liu, K.-M., Marshall, A., Pacoureaux, N., Romanov, E., Sherley, R., & Winker, H. (2019). *Alopias pelagicus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T161597A68607857.en>
- Rosero, J., & Rosero, O. (2020). *Plan de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo de Tiburones de Ecuador (PAT-EC)* (p. 84). Subsecretaría de Recursos Pesqueros - World Wildlife Fun. <https://www.wwf.org.ec/?364191/PATEC>
- Techera, E., & Klein, N. (2011). Fragmented governance: Reconciling legal strategies for shark conservation and management. *Marine Policy*, 35, 73-78. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.08.003>
- Torero, M. G., Almirón, N. H., & Sánchez, D. M. (1999). Distribución y abundancia de anchoveta y otras especies pelágicas entre los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 18(1-2), 77-88.
- Vera, J. R., & Tatac, O. C. (2021). Cadena de suministros en el comercio al por mayor de alimentos: Factores estratégicos desde una perspectiva del sector pesquero. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(6), 462-478.
- Zambrano, D. P. C., & Delgado, E. R. M. (2018). La comercialización de la pesca incidental del tiburón realizada por los pescadores artesanales de Manta. *ECA Sinergia*, 9(1), 37-46.

## 9. ANEXOS

### 9.1. Anexo 1: Decreto ejecutivo 486

#### **Decreto N° 486 Expedir las normas para la regulación de la pesca incidental del recurso tiburón**

##### **DECRETO N° 486**

**RAFAEL CORREA DELGADO  
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA  
REPÚBLICA**

#### **CONSIDERANDO:**

Que de conformidad con el artículo 248 de la Constitución Política de la República, el Estado ecuatoriano tiene el derecho soberano sobre la diversidad biológica, y su conservación y utilización sostenible se hará con participación de las poblaciones involucradas cuando fuere del caso y de la iniciativa privada, según los programas, planes y políticas que los consideren como factores de desarrollo y calidad de vida; y de conformidad con los convenios y tratados internacionales;

Que de conformidad al numeral 1 del artículo 86 de la Carta Magna, se declaran de interés público y se regularán conforme a la ley: la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país;

Que el Ecuador, como parte contratante de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres - CITES -, adoptó la Resolución Conf.12.6 "Conservación y Gestión de los Tiburones";

Que el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), el tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*) y el Tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) están inscritos en el apéndice 11 de la CITES;

Que el Instituto Nacional de Pesca -INP- ha elaborado el Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de los Tiburones en el Ecuador;

Que la Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres, en su resolución 6.2 sobre la captura incidental pide a todas las partes que refuercen las medidas adoptadas para proteger las especies migratorias contra la captura incidental mediante pesquerías;

Que el tiburón ballena (*Rhincodon typus*) y el tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*) están inscritos en el apéndice 11 de la Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres -CMS- y el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) está inscrito en los apéndices I y I1 de la CMS;

Que la pesca incidental del tiburón, es una realidad existente en el ejercicio de la

actividad pesquera en la costa continental ecuatoriana;

Que es necesario establecer medidas de manejo pesquero, que aseguren la sustentabilidad de las poblaciones de tiburones y que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los pescadores y la seguridad alimentaria de los pueblos, particularmente de aquellos que tienen como actividad fundamental la pesca artesanal;

Que el Reglamento Especial de la Actividad Pesquera Artesanal en la Reserva Marina de Galápagos prohíbe expresamente cualquier actividad pesquera o extractiva de tiburones y define el procedimiento a seguir con la pesca incidental;

Que la Autoridad Interinstitucional de Manejo de la Reserva Marina de Galápagos, mediante Resolución No. 011-2000 del 15 de noviembre del 2000, prohibió la captura, desembarco y comercialización de tiburón en el Archipiélago de Galápagos;

Que el Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero en sesión extraordinaria de fecha 29 de octubre de 2004, acogió el pedido de la Federación Nacional de Cooperativas de Pescadores Artesanales del Ecuador (FENACOPEC), de reconsiderar la resolución de prohibición de exportar aletas de tiburón, tomada en sesión de este cuerpo colegiado, de fecha 10 de junio de 2004, resolviendo a favor de esta solicitud, y en su defecto implementar las recomendaciones dadas en el informe "ANÁLISIS DE LA PESCA DEL TIBURÓN EN LA COSTA CONTINENTAL ECUATORIANA", anexo al oficio INP/DG 04 0772 del 20 de octubre del 2004, dado por el Instituto Nacional de Pesca;

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el numeral 5 del artículo 171 de la Constitución Política de la República del Ecuador,

#### **DECRETA:**

### **EXPEDIR LAS NORMAS PARA LA REGULACIÓN DE LA PESCA INCIDENTAL DEL RECURSO TIBURÓN, SU COMERCIALIZACIÓN y EXPORTACIÓN EN EL ECUADOR CONTINENTAL.**

Art.1.- Para los fines pertinentes, se define como pesca incidental a la captura involuntaria de especies bio acuáticas con artes o sistemas de pesca dirigidos a la captura voluntaria y planificada de otras especies bio acuáticas.

Art. 2.- Prohíbese en todo el territorio nacional la pesca cuyo objetivo específico sea el tiburón. Consecuentemente queda prohibido el uso de artes y sistemas de pesca que se empleen específicamente para capturar tiburones.

Art. 3.- Prohíbese en todo el territorio nacional el uso del arte de pesca denominado "palangre tiburonero", en el que se utilizan anzuelos #1/0 y/o 3/0 torcido de ojal normal y reinal de acero maleable, alambre o cadena.

Art. 4.- Prohíbese en todo el territorio nacional el uso de cable acerado o metálico - denominado comúnmente "huaya"- en la parte terminal de los reinales o líneas secundarias antes de la unión con el anzuelo, tanto en el palangre, espinel y/o longline que sirve para la captura del dorado (*Coryphaena hippurus*), del atún ojo grande

(*Thunnus obesus*), del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), de los picudos de la familia *Istiophoridae*, del pez espada (*Xiphias gladius*) y especies afines. Dicho cable o alambre metálico deberá ser reemplazado por material de poliamida monofilamento.

Los artes de pesca o los componentes a los que se refieren los artículos 3 y 4 del presente decreto que se encontraren a bordo de embarcaciones pesqueras, así como los tiburones que se encontraren a bordo de dichas embarcaciones, serán decomisados y se iniciarán las acciones legales pertinentes en contra del capitán y armador de la embarcación para que se establezcan las sanciones de rigor.

Art. 5.- Prohíbese la práctica del "aletea", definida como la captura del tiburón para la extracción exclusiva de sus aletas y el descarte del cuerpo al mar. Los cuerpos de los tiburones deberán ser utilizados íntegramente, para lo cual deberán contar con los respectivos permisos de comercialización emitidos por la autoridad competente.

Art. 6.- Quienes durante el ejercicio de la actividad pesquera, capturen tiburones, como producto único y exclusivo de la pesca incidental, podrán comercializar y utilizar íntegramente su carne.

Art. 7.- Se permitirá únicamente el desembarco de tiburones enteros procedentes de la pesca incidental efectuada por embarcaciones registradas en la Subsecretaría de Recursos Pesqueros y en las Capitanías de Puerto, ubicadas a lo largo de la costa continental, con la finalidad de proceder a su comercialización. La remoción de las aletas podrá efectuarse únicamente en tierra, en los puertos de desembarque ubicados a lo largo de la costa continental.

Si a bordo de las embarcaciones pesqueras se encontraren aletas de tiburón sin sus respectivos cuerpos, o separadas de los cuerpos de los tiburones, dichas aletas serán decomisadas y se iniciarán las acciones legales correspondientes en contra del capitán y armador de la embarcación. En caso de reincidencia, la autoridad pesquera suspenderá definitivamente el permiso de pesca de la embarcación y ésta no podrá ser destinada a actividades de la pesca o conexas.

Art. 8.- Las aletas de tiburón que sean decomisadas, no serán sujeto de donación, venta, subasta, ni podrán ser exportadas. Estas aletas serán custodiadas por la autoridad competente de la jurisdicción donde éstas hayan sido decomisadas, la que actuará, según el siguiente orden:

- a) Policía Ambiental;
- b) Subsecretaría de Recursos Pesqueros; y,
- c) Capitanías de Puerto.

Posteriormente, y luego de cumplir con los procedimientos de ley, se procederá a la incineración de las aletas decomisadas, lo cual lo hará la Subsecretaría de Recursos Pesqueros del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, con notificación previa a la Subsecretaría de Gestión Ambiental Costera del Ministerio del Ambiente.

Art. 9.- En el caso de que se efectúen capturas incidentales de ejemplares vivos o muertos de las siguientes especies: tiburón ballena (*Rhincodon typus*), del tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), del tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), tiburón sardinero (*Lamna nasus*), Cazón Espinoso o Mielga (*Squalus Acanthias*), éstos deberán ser regresados inmediatamente al mar.

Art. 10.- Prohíbese la importación e internación de cualquier forma y trasbordo marítimo de tiburones enteros o aletas de tiburón en cualquier estado de conservación o procesamiento, aun cuando hayan sido capturados en aguas internacionales.

Art. 11.- Se permitirá el almacenamiento, comercialización, transporte y de aletas de tiburón provenientes de la pesca incidental realizada por embarcaciones registradas en la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, y en las Capitanías de Puerto, y que sean desembarcadas en los puertos pesqueros de la costa continental.

La comercialización de las aletas de tiburón se hará conforme el siguiente procedimiento:

1.- Al arribo de las embarcaciones a los puertos pesqueros de la costa continental, cualquier miembro de la tripulación deberá reportar a la autoridad pesquera el producto de la captura incidental. La autoridad pesquera verificará esa información con la finalidad de otorgar al interesado el correspondiente "Certificado de Monitoreo de Pesca Incidental". Este documento contendrá:

- a) detalle de las especies;
- b) número y peso de cuerpos y aletas; y,
- c) cualquier otra información relevante a dicha captura.

2.- El comerciante, persona natural o jurídica legalmente registrado en la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, que adquiera el producto de la pesca incidental, deberá exigir el correspondiente certificado de monitoreo de dicha pesca.

3.- En el caso del transportista, este deberá obtener ante la autoridad pesquera la pertinente "Guía de Movilización de Pesca Incidental", que pretenda movilizar, documento que será otorgado de conformidad a los certificados de monitoreo de dicha pesca.

4.- En el caso del exportador, persona natural o jurídica, deberá obtener ante la autoridad pesquera pertinente, la autorización para la exportación, la misma que deberá estar avalizada por los certificados de monitoreo, y guías de movilización correspondientes.

5.- En todo caso, cualquier persona natural o jurídica, que tuviese en su poder aletas de tiburón, deberá justificarlas con cualquiera de los documentos referidos en los numerales que anteceden.

Si durante las acciones de control, se llegase a evidenciar que el producto de la pesca incidental de tiburón no se encuentra debidamente justificado, con los certificados, permisos, o autorizaciones mencionadas o descritas en este Decreto, se procederá de

inmediato al decomiso e incineración de todo el producto de la pesca incidental, de conformidad al procedimiento establecido en el artículo 8.

La autoridad pesquera utilizara como criterios para el control, el peso o las unidades del producto de la pesca incidental.

En el caso de reincidencia, la autoridad pesquera suspenderá definitivamente el permiso de comercialización o autorización de exportación a la persona natural o jurídica, que incumpla con lo dispuesto en este Decreto, previo el procedimiento de ley.

Art. 12.- La Subsecretaría de Recursos Pesqueros, en el plazo de 30 días establecerá las condiciones necesarias para aplicar lo dispuesto en el Art. 11 de este Decreto.

Art. 13.- El Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero -CNDP- analizará la respectiva información sobre la captura incidental de tiburón para asegurar la conservación y uso sustentable de dicho recurso.

Art. 14.- El Parque Nacional Galápagos, con el apoyo de la Policía Ambiental y la Armada del Ecuador, aplicará medidas estrictas de control y vigilancia para hacer cumplir la Resolución No. 011-2000 de la Autoridad Interinstitucional de Manejo de la Reserva Marina de Galápagos (AIM) que prohíbe la captura, desembarco y comercialización de tiburones y las disposiciones pertinentes del Reglamento Especial de la Actividad Pesquera Artesanal en la Reserva Marina de Galápagos, e informará trimestralmente a la AIM a este respecto.

Art. 15.- Derógase el Decreto Ejecutivo 2130 publicado en el Registro Oficial 437 del 7 de octubre del 2004; el Decreto Ejecutivo 2662 del 12 de marzo del 2005; y, el Acuerdo Ministerial No. 097 publicado en el Registro Oficial 263 del 27 de agosto de 1993; y cualquier Decreto o Acuerdo que se contraponga al presente Decreto Ejecutivo.

Art. 16.- De la ejecución del presente Decreto Ejecutivo, que entrará en vigencia desde su publicación en el Registro Oficial, encárguese al Ministro de ganadería, Acuicultura y Pesca.

Art. 17.- Los artículos 6, 7, 8,9 y 11 tendrán un plazo de vigencia de seis meses a partir de la vigencia del presente Decreto Ejecutivo. Dado en el Palacio Nacional, en Quito, a los 20 de julio de 2007

**Rafael Correa Delgado**  
**PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA**

**Carlos Vallejo López**  
**MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA,**  
**ACUACULTURA Y PESCA**

Lunes, 23 de julio de