

# ANÁLISIS COMPARATIVO MEDIANTE EL USO DE PROCESADORES DE IMÁGENES, PARA LA FOTO IDENTIFICACIÓN DE *TURSIOPS TRUNCATUS* EN BAYAHIBE, LA ALTAGRACIA, REPÚBLICA DOMINICANA

ELENA BASILIO PUIG e INÉS GONZALEZ LOSADA.

Fundación Dominicana de Estudios Marinos, Universidad Autónoma de Barcelona.

**Palabras clave:** Softwares procesadores de imágenes. Foto-identificación. *Tursiops truncatus*. Relaciones sociales. Grupos sociales. Diagramas de red.

## 1. RESUMEN

Este artículo presenta la **comparación y selección óptima** de dos **softwares de foto-identificación** existentes como reporte de una investigación, además de estudiar los **cambios poblacionales de la especie *Tursiops truncatus*** a lo largo del tiempo en el área de Bayahibe, Republica Dominicana.

Se llevan a cabo varios análisis estadísticos y descriptivos durante la comparación de los programas seleccionados, Darwin y FinBase, comprobando su correcto funcionamiento en el momento de foto identificar las imágenes de aletas de la especie en cuestión. En adición se realiza un trabajo de campo mediante monitoreos de ***Tursiops truncatus*** en salidas al mar, con la meta de obtener datos útiles a través de la toma de fotografías que serán posteriormente identificadas. Finalmente, se procederá a la creación de una bitácora de avistamiento y un catálogo de dorsales de individuos encontrados en la zona, desde el año 2004 hasta el 2016, terminando con la comparación de los grupos sociales de estos a través de diagramas de red.

Como resultados del proyecto, se ha optado por el programa Darwin como el óptimo para el desarrollo del trabajo y para el análisis foto-identificativo de la especie "*Tursiops truncatus*", al ser el más sencillo y funcional, además de a su eficacia del 100% a la hora de realizar "matchings" En cuanto al catálogo de aletas de delfines nariz de botella en la zona estudiada, se ha actualizado introduciendo nuevos sujetos y nombrando cada uno de los 175 especímenes hallados, dando lugar a una fácil y clara fuente de información para quien desee su consulta. Por otro lado, empleando las fechas de avistamiento de cada individuo se han evaluado sus relaciones sociales a lo largo de los últimos doce años, observando como varios grupos sociales de mantienen, aunque con ligeros aumentos de población, y otros grupos sociales aparecen por primera vez en el área. Cabe añadir el hecho de que diversos animales, se relacionan con más de un grupo social conjuntamente, afirmando la complejidad de su sociedad.

## 2. INTRODUCCIÓN

Dentro de las 30 especies de delfines que se conocen, el delfín nariz de botella es, a su vez, el más conocido y el más común. Presentando una muy amplia distribución, elevadas habilidades sociales e inteligencia. Cabe hacer mención a su aleta dorsal, marcadamente falciforme. Cada aleta es propia y específica de cada individuo de delfín mular, siendo de gran utilidad a la hora de identificar ejemplares de esta especie. La toma de fotografías de esta parte del cuerpo, ha permitido a poder identificar y catalogar a los individuos constituyentes de comunidades en libertad, evitando capturar o realizar maniobras invasivas con los individuos. En la actualidad, gracias al lanzamiento de softwares procesadores de imágenes, estos estudios se han visto increíblemente facilitados, impulsando el desarrollo de la foto-identificación y, significando un gran avance en el estudio de cetáceos, animales muy difíciles de monitorizar y estudiar.

En primer lugar, se evalúan los programas procesadores de imágenes más utilizados actualmente, pretendiendo de evidenciar cuál de ellos presenta una mayor eficacia. Entre los existentes, el estudio se limita a comparar los que permitan la identificación de la especie *Tursiops truncatus*: Darwin y FinBase. Se utilizará el programa óptimo, para determinar los individuos identificados en las costas de Bayahibe, un pueblo costero situado en La Altagracia, República Dominicana. Específicamente, el área de estudio abarca la costa del Parque Nacional del Este, bajo protección, incluyendo el Caño Catuán, situado entre el pueblo y la isla Saona.

Mediante el uso de bases de datos anteriores proporcionadas por la Fundación Dominicana de Estudios Marinos, (FUNDEMAR), y los datos obtenidos a través de monitoreos realizados durante el estudio por los integrantes del grupo, se identificarán las poblaciones de delfines nariz de botella en el área, y se realizará un análisis comparativo de las relaciones poblacionales de los individuos a lo largo de 12 años. De tal forma, se evidenciará si han variado las estructuras grupales observadas, y cómo se han visto alteradas las relaciones sociales entre los individuos que las componen. En definitiva, las hipótesis planteadas y a responder a través del desarrollo de este trabajo de investigación son las siguientes:

*“El software procesador de imágenes conocido como Darwin, resultará el programa más óptimo para la realización del trabajo y, en general, para la realización de análisis foto-identificación de la especie *Tursiops truncatus*.”*

*“Las relaciones poblacionales entre las diferentes comunidades de *Tursiops truncatus* en las costas de Bayahibe, República Dominicana, se han visto alteradas desde el año 2009. Estas alteraciones implican una variación en los componentes de los grupos, debido a la flexibilidad social de la especie. “*

### 3. METODOLOGÍA

A continuación, se dará a conocer los métodos y procedimientos llevados a cabo durante la elaboración y evolución completa del trabajo.

#### 3.1. Selección software de foto-identificación óptimo

En primer lugar, se proporcionará una descripción comparativa acerca de las propiedades generales encontradas en los softwares de foto-identificación más utilizados: FinBase y Darwin con el fin de ver cual parece el mejor antes de su utilización. Seguidamente, se realizará una comparación estadística, poniendo en práctica los programas, y utilizándolos para procesar y analizar una pequeña selección de imágenes de aletas dorsales de delfines mulares. Las fotografías respectivas pertenecen al catálogo proporcionado por Fundemar, de los diferentes avistamientos en las costas del pueblo de Bayahibe, durante los años 2004 a 2009. A través del procesamiento de esta toma, se contrastará, por un lado, la variedad de herramientas de las que dispone cada programa, la facilidad de su uso. Según la variedad de clasificaciones con las que se pueda categorizar al individuo, (Lugar de las marcas, cicatrices, fecha avistamiento, grupo al que pertenece, coordenadas localización) será más fácil y preciso realizar un matching acertado y así actualizar el catálogo en base a estas descripciones. En análisis de foto identificación de cetáceos, se define como término "matching" al proceso de relacionar una nueva aleta delineada, con una imagen de una aleta dorsal ya almacenada y registrada en la base de datos del programa. En específico, se utilizará como base la imagen de aleta de

un individuo específico A, y se analizará otra dorsal del mismo, junto con otras imágenes de un ejemplar B que disponga de una aleta dorsal similar. El programa que sea capaz de distinguir qué aletas corresponden al individuo A, y cuales al B, haciéndolo con el mínimo margen de error, resultará óptimo a la hora de realizar una identificación ajustada.

#### 3.2. Trabajo de campo

A través de diversas salidas la mar programadas, se pretende obtener imágenes útiles para su posterior foto-identificación, y así reunir y actualizar datos relevantes sobre la especie *Tursiops truncatus* en la zona Se llevará acabo empleando una embarcación prestada por Fundemar, la cual navegará a través de la región demográfica frecuentada por individuos de delfín mular. El objetivo es trabajar en la búsqueda de sujetos bisemanalmente, teniendo en cuenta los inconvenientes para lograr un monitoreo exitoso, debido a factores como el gran abarque de la zona o la dificultad de efectuar tomas válidas. Durante la estancia en República Dominicana se han programado en total de siete salidas en los meses de noviembre y diciembre del año 2016.

#### 3.3. Creación de base de datos de avistamientos completa utilizando referencias desde el año 2009.

Se pretende unificar en una misma base de datos, todos los registros de avistamientos realizados desde el año 2009 hasta el 2016. En este documento, se presenta en forma de tabla las características relevantes de cada salida al mar.

Estas son: fecha de salida al mar, hora (inicial, final y de avistamiento), condiciones meteorológicas y marítimas (tipo de fondo, corriente, oleaje profundidad), coordenadas (anotándolas cada 10 minutos y las de avistamiento), el número de individuos avistados (especificando si se trata de crías, madres juveniles, o adultos). Se busca que la información pueda manejarse de manera cómoda y fácilmente consultable, para llevar acabo distintos tipos de estudios, ya sea el cálculo de la probabilidad de avistamiento en la zona, como la cantidad de juveniles que se avistan o las relaciones sociales de los individuos según su fecha. Sin embargo, la función más importante de esta base de datos subyace en respaldar un catálogo de imágenes de aletas dorsales de *Tursiops truncatus*, en el cual se recogen todos los individuos identificados en las costas de Bayahibe desde el año 2004 hasta el 2016.

En total, se estructuran, se reúnen y se homogeneizan los datos de 96 salidas al mar, anteriores al desarrollo del trabajo de investigación presente, procediendo a culminar dicha base añadiendo la información recogida durante el año 2016, perteneciente a los datos recopilados en las diversas salidas al mar llevadas a cabo.

#### 3.4. Actualización y creación de un nuevo catálogo de aletas dorsales de *Tursiops truncatus* en las costas de Bayahibe

Simultáneamente a la creación de una base de datos de avistamientos unificada, se procede a la creación de un catálogo de dorsales de la especie actualizada.

Este catálogo presenta de forma visual y clara, la información recopilada sobre la especie *Tursiops truncatus* a lo largo de 12 años. Permite consultar el reconocimiento de los individuos por las aletas, la frecuentación de estos en las costas de Bayahibe, y la estructura social a la que pertenecen. A su vez, da a conocer los grupos de delfines nariz de botella en la zona, su composición, su tamaño y sus conductas sociales. El inventario de dorsales creado ofrece las fechas de avistamiento de cada uno de los 175 sujetos identificados desde el año 2004 hasta el 2016. En algunos casos, solo se dispone de la imagen de la parte derecha o izquierda de dicha aleta, y cada una tiene asociada un código identificativo, un nombre y uno o varios grupos sociales a los que pertenece.

#### 3.5. Comparación y contraste entre poblaciones de delfines a lo largo del tiempo

En último lugar, se desarrollará una comparativa entre las poblaciones y sus pasadas y vigentes mediante el análisis de los nuevos datos recaudados precedentemente, durante el trabajo de campo. Se llevará a cabo un contraste con entre las relaciones poblacionales pasadas y actuales para determinar si los grupos encontrados se han mantenido o han sufrido variaciones.

Tras terminar la adición de imágenes a la base de datos del software Darwin, se procede a la creación de una tabla de encuentros posibles entre todos los individuos identificados según su fecha. Se obtuvo una tabla de 2307 filas, mostrando dichos encuentros desde el año 2004 hasta el actual.

Seguidamente, a través de una app virtual llamada 'Fusion tables', presentada por la entidad Google, se pudieron originar diversos diagramas de red. En ellos, se muestran las relaciones sociales de individuo a individuo, formando los grupos sociales que apreciamos actualmente. Asimismo, esta aplicación web permite la creación de distintas clases de gráficos, esquemas y diagramas, siendo un recurso muy útil y sencillo. Con la simple adición de una tabla de datos, se procesa la información, dando lugar a resultados en forma de diagramas de red. En el caso del trabajo en cuestión, el diagrama obtenido pretende ilustrar las relaciones uno a uno entre los 175 individuos identificados a lo largo de 12 años. De esta manera, se pretende evidenciar los posibles cambios que han sufrido las relaciones de estos, comparando los grupos sociales que Fundemar encontró y categorizó hasta el año 2009, con los encontrados por el grupo de trabajo hasta la actualidad.

#### 4. RESULTADOS

A continuación, se muestran redactados los objetivos, seguidos de los resultados obtenidos tras las metodologías aplicadas, y que corresponden a su evolución

##### 4.1. Definición del programa óptimo para el desarrollo del estudio y sobretodo, para la realización de foto-identificación de dorsales de la especie *Tursiops truncatus*.

Se llevó a cabo una comparativa descriptiva y estadística entre ambos softwares bajo evaluación "FinBase" y "Darwin". En la primera, el programa Darwin demostraba ser un software unificado, y fácil de fácil comprensión, instalación y manejo.

FinBase, se encontraba dividido en 6 subdirectices de instalación independiente, y sugería ser más complejo de utilizar y comprender. En la comparativa estadística, se contrastó la efectividad de cada programa para realizar un "matching" efectivo y preciso, a la vez que se comparó las herramientas y categorizaciones disponibles en cada uno, así como la facilidad de su manipulación.

El software "Darwin" presentó una efectividad del 100% a la hora de realizar "matchings", acertando 6 de 6 imágenes procesadas. Además, el programa presenta un diagrama de similitud entre las aletas comparadas, así como el margen de error resultante de cada relación. De esta manera, asegura y facilita una comparación efectiva entre aletas y permite conocer los criterios entre las relaciones mostradas. Su interfaz de uso es simple y accesible. Por otro lado, el programa FinBase presentó una mayor disponibilidad de categorizaciones, y una interfaz de uso más compleja. Asimismo, no acertó la primera prueba de "match", sin mostrar márgenes de erros o diagramas de similitud orientativos. Tras presentar problemas a la hora de evaluar las fotografías restantes, quedó descartado del estudio.

##### 4.2. Uso del programa seleccionado para actualizar y crear nuevas bases de datos fiables, reuniendo toda la información de los individuos foto-identificados en la zona desde el año 2004 hasta el 2016.

En primer lugar, se obtuvo una bitácora de avistamientos reuniendo la información de todas las salidas al mar realizadas desde al año 2009 hasta el 2016 denominada, "Bitácora de avistamientos de la especie *Tursiops truncatus* en Bayahibe, durante los años 2009 a 2016".

En ella se recopila la información acerca de la fecha de las salidas al mar durante 8 años, la información obtenida cada diez minutos, la hora de avistamiento, el número de individuos, el número de madres-crías, el número de juveniles, las coordenadas de avistamiento y las condiciones meteorológicas y oceánicas.

Se recoge el total de 144 salidas al mar, con un número total de 37 avistamientos, y un número aproximado de 506 delfines de la especie *Tursiops truncatus*. El porcentaje de éxito respectivo de los avistamientos es de un 27%. De los individuos avistados, se identificaron aproximadamente 27 madres-cris, en los 15 avistamientos totales en los que se reconocieron. En 17 avistamientos se advirtieron juveniles, dando un total aproximado de 64 identificados. El porcentaje total de avistamiento de madres-crías es de un 41%, y el de juveniles un 46%.

#### 4.3. Elaboración de un nuevo y actualizado catálogo de imágenes de aletas dorsales de la especie *Tursiops truncatus* en las costas de Bayahibe.

Se ha elaborado un catálogo de aletas, actualizado y cuyas imágenes abarcan desde el año 2004 hasta la actualidad. Para ello se ha utilizado como base el “*Catálogo de aletas dorsales de Tursiops truncatus en Bayahibe*” creado a partir de un estudio realizado por Fundemar, en los años 2007 a 2009. Con el fin de actualizar y revisar este catálogo, se han realizado nuevos avistamientos con el fin de obtener nuevos datos y llevar a cabo la foto-identificación de las imágenes obtenidas, mediante el uso del programa Darwin.

A su vez, se procesaron y se añadieron fotografías sin analizar, tomadas a partir del año 2009, disponibles en la base de datos de Fundemar. Como consecuencia, tras el análisis y la procesión de 140 fotografías, se ha generado una completa base de datos. En ella se recogen los códigos, nombres, fotografías de las aletas, fechas de avistamiento y grupo perteneciente, de cada uno de los 176 individuos identificados. Cabe mencionar las irregularidades en la asignación de códigos desde el individuo “001” hasta el “109”, estos ejemplares pertenecen a un estudio realizado por Fundemar, “*Plan de Conservación de delfines en el Parque Nacional del Este*” llevado a cabo entre los años 2007-2009, por Rita Sellares, y se pretende respetar la enumeración. A partir del sujeto indicado, empieza el análisis y procesión de imágenes respectivas a este trabajo, y se codifican adecuadamente.

Durante el proceso, se reconocieron 74 nuevos individuos hasta ahora no registrados en las bases de datos disponibles. Por otro lado, se obtuvo un total de 66 “matchings”.51 de estos, son consecuencia de la subida de más de una fotografía de la aleta de un mismo individuo, a conciencia. De esta manera se aumenta la información registrada en la base de datos y se mejora la probabilidad de desarrollar “matchings” futuros más precisos de ese ejemplar. Los 15 restantes, son dorsales cuya identidad se desconocía, y que, tras su procesión, resultaron corresponder a delfines ya analizados en las bases de datos.

#### 4.4. Analizar los datos nuevos de aletas a partir del año 2004 y así, poder determinar posibles cambios en las relaciones poblacionales de los diferentes grupos sociales de delfines en Bayahibe.

En general, se manifiesta una variación en las estructuras sociales entre los individuos de la especie estudiada a lo largo de 12 años. En específico, se puede deducir que el grupo 1 muestra ser el más consolidado, formando una red de relaciones sociales fuerte que se mantiene a lo largo del tiempo. Análogamente se mantiene los individuos de los grupos 2 y 3.

En adición, estas vainas han aumentado su tamaño, al incorporarse nuevos individuos. Parte de estos, provienen de los anteriores grupos 4 y 5, que han ido disminuyendo. Por ello, la identificación de nuevos individuos ha permitido la creación de dos nuevos grupos actuales diferenciados: 4 y 5. Finalmente se percibe un aumento de sujetos identificados que frecuentan la zona, dando lugar a nuevas comunidades de delfines de la especie que posiblemente vayan a mantener su paso por las áreas costeras de Bayahibe en los siguientes años, relacionándose con las agrupaciones ya existentes en el área de estudio.

### 5. DISCUSION

Tras un análisis de la diagnosis de los resultados, procede a redactar las conclusiones finales de todo el trabajo de investigación realizado.

#### 5.1. Definición del programa óptimo para el desarrollo del estudio y sobretodo, para la realización de foto-identificación de dorsales de la especie *Tursiops truncatus*.

La comparación descriptiva a partir de la información básica proporcionada por los propios autores, es un buen método de análisis para la selección del programa óptimo. Dicha equiparación ha llevado a la deducción de que el software Darwin presentaría una interfaz más sencilla y fácil para su empleo al llevar a cabo la foto-identificación. Además, al llevar a cabo la confrontación estadística se descarta el uso de FinBase por la presencia de varios inconvenientes durante el proceso de instalación y utilización. Este programa muestra un funcionamiento complejo que no facilita el desarrollo de estudios de este tipo, impidiendo llegar a realizar un matching con éxito. Por ende, el programa Darwin dispone de todas las herramientas y funcionalidades necesarias para la realización proyectos de foto-identificación, demostrando tener una efectividad del 100% en los "matchings".

Tras la lectura de las conclusiones, queda validada la primera hipótesis planteada:

**"El software procesador de imágenes conocido como Darwin, resultará el programa más óptimo para la realización del trabajo y, en general, para la realización de análisis foto-identificación de la especie *Tursiops truncatus*".**

5.2. Uso del programa seleccionado para actualizar y crear nuevas bases de datos fiables, reuniendo toda la información de los individuos foto-identificados en la zona desde el año 2004 hasta el 2016.

Mediante la unión de los datos estadísticos de avistamientos disponibles anteriormente y los nuevos recaudados durante el transcurso del proyecto, obtuvo como resultado una bitácora de datos completa, accesible y útil para conocer información básica acerca de las poblaciones de delfines mulares en la zona. Asimismo, se ha elaborado un catálogo de imágenes, con fotografías de las aletas de cada individuo identificado, además de su código, nombre y grupo social en las costas de Bayahibe, a fin de proporcionar información visual útil en futuras salidas al mar. La experiencia en general ha conllevado al aprendizaje de una gran variedad de aspectos a la hora de realizar estudio de foto-identificación, y se ha puesto bajo manifiesto la complejidad de ello.

5.3. Comparar y determinar las relaciones poblacionales actuales, de las comunidades de delfines mulares en Bayahibe, con las estructuras poblacionales observadas y archivadas anteriormente.

Al determinar los grupos sociales actuales de las comunidades de delfines mulares en Bayahibe, se ha obtenido la existencia de cinco vainas diferenciadas, y que muestran diferencias a aquellas obtenidas por el diagrama de Fundemar en el año 2009. Se establecen nuevos grupos 4 y 5, y los grupos 1, 2 y 3 aumentan su tamaño. Además, se evidencia un fortalecimiento de estos dos últimos, sugiriendo la creación de un nuevo grupo mucho más grande.

Por último, se presencian sujetos no pertenecientes a ningún grupo en concreto, actuando como conectores y relacionándose con más de un conjunto de individuos.

Por consiguiente, queda validada la segunda hipótesis del estudio:

**“Las relaciones poblacionales entre las diferentes comunidades de *Tursiops truncatus* en las costas de Bayahibe, República Dominicana, se han visto alteradas desde el año 2009. Estas alteraciones implican una variación en los componentes de los grupos, debido a la flexibilidad social de la especie.”**

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Rita Inés Sellares, Patricia Lancho. 2009. Proyecto Modelo de Gestión Turística Sostenible en Ecoturismo de Delfines en el Parque Nacional del Este:
2. Rita Inés Sellares, Patricia Lancho. 2009, Plan de conservación de delfines en el parque nacional del este.
3. Rita Inés Sellares, Patricia Lancho. 2009 Informe estatus de la población de delfines en el parque nacional del este., Resumen ejecutivo proyecto delfines en el parque nacional del este.
4. Ángel Cabrera. 1991. Fauna Ibérica Mamíferos, pg. 354-357.
5. Obee, Bruce; Graeme Ellis. 1992. Elaine Jones, ed, Guardians of the Whales: The Quest to Study Whales in the Wild. North Vancouver, British Columbia: Whitecap Books.