

# **ESTUDIO TEMPORAL DE LOS CASOS DE VARAMIENTO DE TORTUGAS MARINAS EN LAS ISLAS CANARIAS**

**Temporal study of sea turtles stranding cases in  
the Canary Islands**

Trabajo Fin de Grado



**Eva Burgos Regalado**

Tutorizado por José Carlos Hernández

Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología

**Grado en Biología. Septiembre 2017**

*La vida es aquello que te va sucediendo mientras estás empeñado en hacer otros planes*

*John Lennon*

## AGRADECIMIENTOS

Este es el final de un largo camino comenzado hace mucho tiempo en los páramos de Cofete, Fuerteventura. Un viaje inolvidable cuidando tortugas y viendo pólipos en la arena. Este trabajo tuvo un origen fugaz, una idea, y ahora después del paso del tiempo parece un sueño largo. Quiero pensar que terminé este trabajo como si abriera una puerta hacia la biología marina que tanto me desafía y va de mi mano.

En primer lugar, mi agradecimiento a mi tutor José Carlos Hernández por acogerme para la realización de este trabajo.

Ha llegado el momento de expresar mi gratitud a todas las entidades y personas que han hecho posible la realización de este trabajo. A su colaboración El Observatorio Ambiental de Granadilla, Marta González y Antonio Machado por facilitarme los primeros datos que recopilaban los varamientos de todas las islas. Agradecer la colaboración y el permiso de uso de los datos del Cabildo de Tenerife, Cabildo de La Palma, Cabildo de Gran Canaria, Cabildo de Lanzarote y Cabildo de Fuerteventura. Quiero agradecer profundamente a las personas que me han facilitado los datos y además me han dado parte de su tiempo Carmen Méndez del CRFS La Tahonilla, Pascual Calabuig y Natalia Montesdeoca. Agradecer la altruista colaboración de Juanmi Alemany por la donación de fotografías para su uso en este trabajo.

Quiero decirle un profundo gracias a la gente que no se ve en este trabajo y por los cuales soy una persona afortunada. Mis padres, Eva y Antonio, los que siempre han dado lo mejor para mí y sin los cuales mi sueño de ser bióloga no estaría cumplido. Mis queridos hermanos, Juan Roberto y Raquel, esos amigos sin ser elegidos los cuales me han dado lo que necesitaba y todo lo que no también.

Sin más dilación quiero expresar mi admiración a esas personas que hacen del mundo un lugar mejor y que me han apoyado en cualquier circunstancia, Rodrigo y Josep, gracias por estar en mi vida.

## RESUMEN

Los varamientos de tortugas marinas en el archipiélago canario tienen lugar con una alta frecuencia. En las islas principales se ha llevado a cabo un registro digitalizado de los casos de varamientos desde el año 1998. Si bien, este se ha hecho de forma independiente en cada isla. En este trabajo se hace una compilación de los datos de varamientos digitalizados en toda Canarias, en el período comprendido de 1998 a 2017. Para ello hemos utilizado seis bases de datos procedentes de centros de recuperación de fauna silvestre, cabildos insulares y plataformas ambientales. Se obtuvieron frecuencias de causa, siendo mayoritaria las artes de pesca con un 55,77%, e indeterminada 16,19%. Posteriormente se analizaron las causas de varamientos por factor isla y factor año a nivel de Canarias para una selección de los datos (2000-2010). El análisis estadístico mostró un impacto claro de las artes de pesca en el número de varamientos, variando la causa en islas. Este trabajo pone de manifiesto la necesidad de regular y homogeneizar la toma de datos mediante la creación de red de seguimiento regional de los varamientos de tortugas marinas. Se demuestra la gran utilidad de este tipo de bases de datos para el estudio y la conservación de las tortugas marinas en Canarias.

**Palabras clave:** varamiento, tortuga boba, base de datos, causas y artes de pesca.

## ABSTRACT

Stranding's of sea turtles in the Canary Islands occur with a high frequency. In the main islands, a digitized record of the occurrences of stranding's has been carried out since 1998. Although this has been done independently on each island. In this work, a compilation of the digitized stranding's data is made throughout the Canaries, from 1998 to 2017. For this purpose, we have used six databases from wildlife recovery centers, insular lobbies and environmental platforms. Frequencies of causes were analyzed, being the fishing gear the most prevalent with 55.77%, and indeterminate 16.19%. Subsequently the causes of island factor and year factor stranding at the Canaries level were analyzed for a selection of the data (2000-2010). Statistical analysis showed a clear impact of fishing gear on the number of stranding's, varying the cause in islands. This work proves the need to regulate and homogenize data collection through the creation of a regional monitoring network for sea turtle stranding. It shows the great utility of this type of databases for the study and conservation of sea turtles in the Canary Islands.

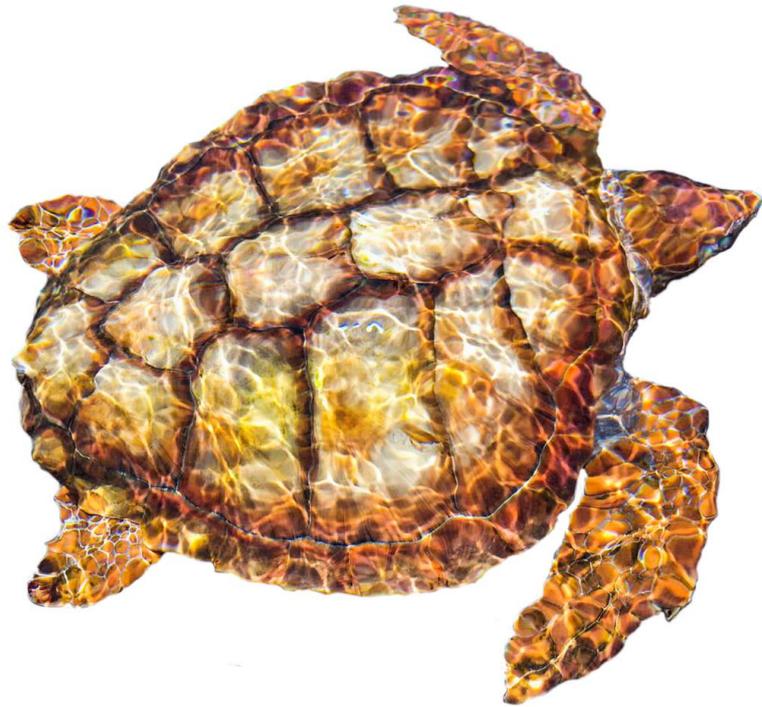
**Keywords:** Stranding, loggerhead sea turtle, data base, causes and fishing arts.

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 ESPECIES DE TORTUGAS MARINAS NO EXTINTAS	3
1.2 TORTUGAS MARINAS EN CANARIAS	4
1.3 VARAMIENTOS DE TORTUGAS MARINAS EN CANARIAS Y SU DOCUMENTACIÓN	8
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>19</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDIO: TORTUGAS MARINAS VARADAS	19
3.2 VARIABLES ANALIZADAS	21
3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>25</b>
4.1 BASE DE DATOS REGIONAL DE VARAMIENTOS	25
4.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVOS	26
4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	28
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>33</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>7. CONCLUSIONS</b>	<b>38</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>43</b>



# 1. Introducción



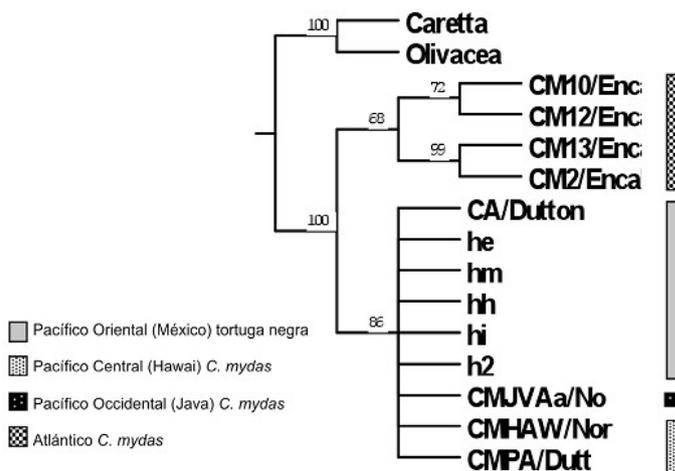


## 1. Introducción

### 1.1 Especies de tortugas marinas no extintas

Actualmente se reconocen dos familias y siete especies de tortugas marinas (Lutz, Musick & Wyneken, 1996). La familia *Dermochelidae* que recoge solamente a la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la familia *Cheloniidae* que incluye el resto, la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga lisa o aplanada (*Natator depressus*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga boba (*Caretta caretta*), la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) y la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*). Dentro de esta familia, el género *Chelonia* incluye tres subespecies de tortugas una forma atlántica (*mydas*), una forma indopacífica (*japonica*) y otra en el Pacífico (*agasizii*). Sin embargo, existe un debate abierto en relación al estado de la sistemática y nomenclatura de estas subespecies

En el caso de la tortuga negra o también llamada tortuga verde del Pacífico oriental existe gran controversia. Se la ha denominado como *Chelonia agassizii* especie independiente o *C. mydas agassizii* como subespecie de *Chelonia mydas*. Los autores que apoyan la denominación de especie independiente, Eckert et al. 2000 argumentan que “concuera con los criterios tradicionales con base al grado de divergencia morfológica y la probable existencia de mecanismos de aislamiento reproductivo, además de que la ciencia que hace una interpretación objetiva de diferencias expresadas en el genotipo y su relación con la sistemática, se encuentra todavía en proceso de evolución”. Sin embargo *Chelonia agassizii* no está considerada actualmente como especie (FLS et al., 2010). Tras la revisión de las controversias generadas por los estudios genéticos y morfológicos en relación a esta especie, se ha llegado a un consenso que acepta la posibilidad de que esta población esté en proceso de especiación (Ericka and Chassin-Noria, 2011), tal y como se observa en la figura 1. Consecuentemente este trabajo adopta el posicionamiento, *Chelonia agassizii* dentro del complejo de *Chelonia mydas*. Por tanto, parece haber un total de siete especies de tortugas marinas no extintas en el mundo.

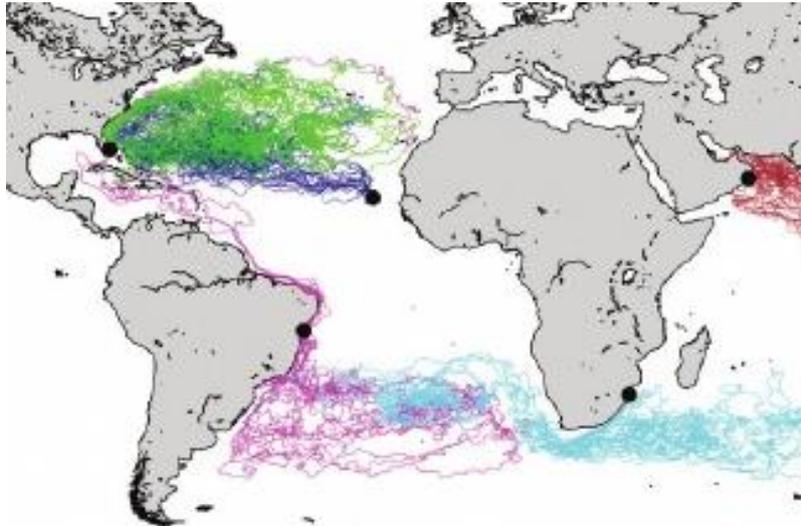


**Figura 1.** Cladograma de consenso. Los valores en la parte superior de los clados representan su porcentaje de aparición en los mil cladogramas que se incluyeron. Tomado de Ericka and Chassin-Noria(2011) <https://www.biologicas.umich.mx/index.php/biologicas/article/view/113/112>

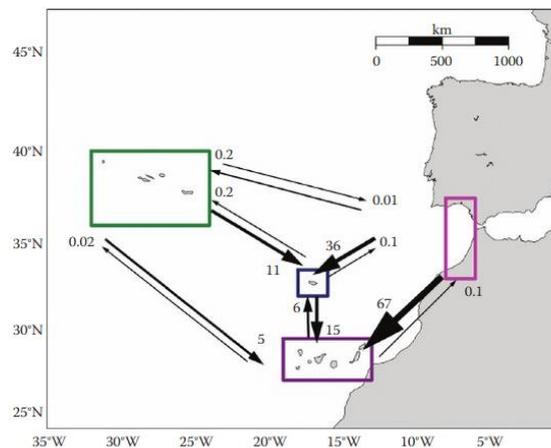
## 1.2 Tortugas marinas en Canarias

El archipiélago canario está situado al noreste de Cabo verde, zona de nidificación de tortuga boba y al suroeste del estrecho de Gibraltar, lugar en el que desemboca el mar mediterráneo. Hasta hace un par de años la cercanía a Cabo verde era una hipótesis de la población presente en las islas Canarias. Tras incidir los individuos neonatos de tortugas bobas en las playas de cabo verde son arrastrados por las corrientes oceánicas hacia playa Júpiter en Florida(Soc et al., 2010) y no hacia Canarias, como se ilustra en la figura 2, se creó una laguna del motivo de la presencia de tortuga boba en las islas.

Tras el descarte de Canarias como zona destino de neonatos provenientes de Cabo Verde, se argumentó nuevamente que las corrientes marinas arrastran un 68 % de las partículas provenientes de la desembocadura del mediterráneo(Lett et al., 2008) representado en la figura 3; y fundamentalmente que Canarias es una zona de forrajeo para la tortuga boba, es decir zona en la que los individuos se alimentan en varios estados de su vida biológica(Katherine L. Mansfield and Nathan F. Putman, 2013).



**Figura 2.** Mapa que muestra los patrones de dispersión pronosticados de cinco playas principales de anidación de tortugas boba. Siguiendo la hipótesis de deriva pasiva oceánica. Partículas virtuales fueron liberadas de cada punto negro en 2005 durante los 3 meses de emergencia de cría de peces y durante 6 años dentro del modelo de océano de coordenadas híbridas globales Tomado de Katherine L. Mansfield and Nathan F. Putman, (2013) Recuperado de <https://es.scribd.com/document/265489359/The-Biology-of-Sea-Turtles-Volume-III-Jeanette-Wyneken-Kenneth-J-Loh-pdf#>

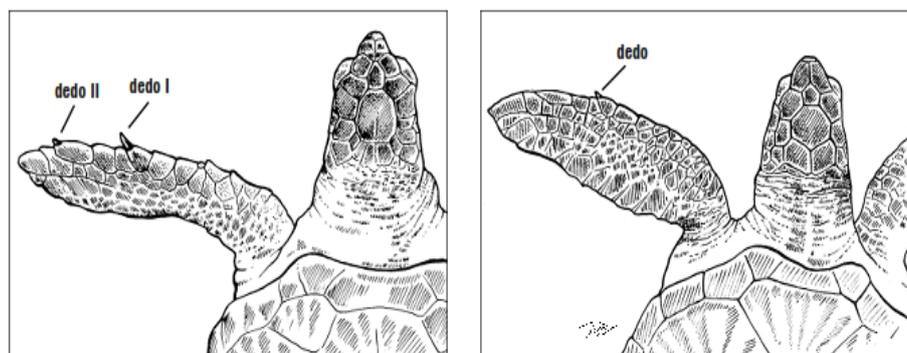


**Figura 3.** Relación entre las áreas de forraje de tortuga boba en el Atlántico oriental sobre la base de corrientes de superficie. Modeladas a partir del modelo oceánico de coordenadas híbridas globales. Los rectángulos sirvieron como zonas de "liberación" y "reclutamiento" para partículas flotantes a la deriva. El verde corresponde a las Azores, el azul de Madeira, el magenta la desembocadura del Mar Mediterráneo y el morado de las Islas Canarias. Las partículas se

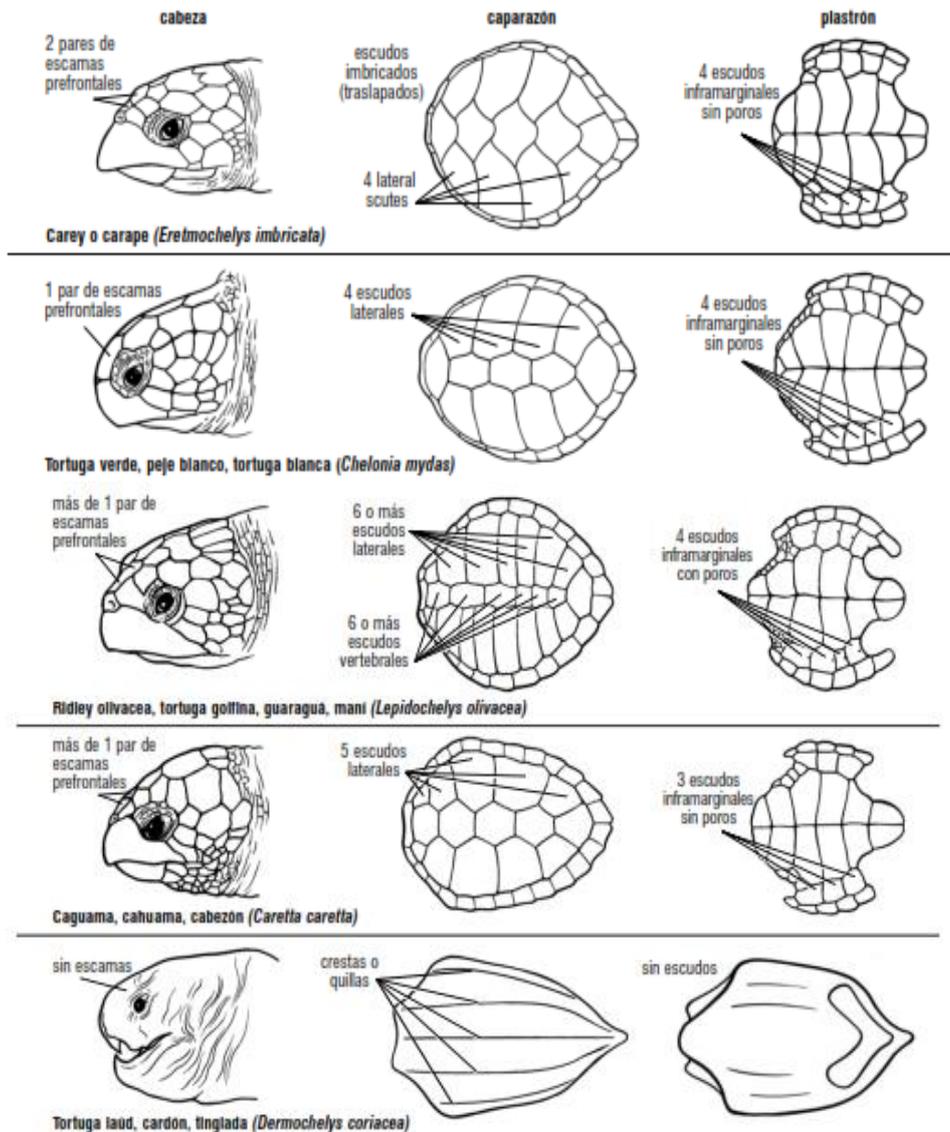
liberaron a intervalos de 5 días a lo largo de 2007 y se rastrearon hacia atrás durante 3 años utilizando el software de seguimiento de partículas Ichthyop v. 2. Los números cercanos a cada región indican el porcentaje de partículas que entran en esa zona que llegan de la zona de liberación correspondiente. El ancho de las flechas es proporcional a la contribución de cada región. Tomado de Katherine L. Mansfield and Nathan F. Putman, (2013) Recuperado de <https://es.scribd.com/document/265489359/The-Biology-of-Sea-Turtles-Volume-III-Jeanette-Wyneken-Kenneth-J-Loh-pdf#>

De las siete especies de tortugas marinas nombradas anteriormente, cinco se pueden observar en aguas canarias. Siendo éstas la tortuga verde *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758), la tortuga carey atlántica *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), la tortuga laúd *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761), la tortuga olivácea *Lepidochelys olivacea* (Escholtz, 1829) confirmada en las islas (J Orós et al. 2011) por algunos ejemplares varados muertos y la tortuga boba *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) que es la especie más abundante en el archipiélago canario y por consecuencia, es la especie objeto de estudio de este trabajo.. También se ha citado para Canarias *Lepidochelys kempii* pero probablemente se traten de identificaciones erróneas.

La identificación de especies se lleva a cabo según clasificación de caracteres morfológicos. Los más usados en la determinación de la especie son: la presencia o ausencia de uñas, el número de escudos laterales, escudos precentrales, escudos inframarginales y escudos prefrontales. La uña en el dedo I u II, tal como se muestra en la figura 4 o su ausencia, es un carácter muy claro de distinguir. En la figura 5 se muestra los patrones por especies para identificar las especies de tortugas marinas en Canarias.



**Figura 4.** Ilustraciones con la nomenclatura de los dedos en una tortuga y el caso ilustrado de una única uña en la aleta. Tomado de Wyneken (2004)



**Figura 5.** Ilustraciones con caracteres morfológicos para la identificación de especies de tortugas marinas en Canarias. Tomado de Wyneken (2004)

Es importante destacar que las cinco especies presentes en Canarias aparecen en la Lista Roja de la Unión Mundial para la Naturaleza(IUCN) Estas especies son muy vulnerables y requieren de un programa de conservación acorde (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2000), tal como se ilustra en la tabla 1. Estas especies también están recogidas en los anexos del Convenio sobre el Comercio

Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2017).

**Tabla 1.** Categorías de protección actuales en especies de tortugas marinas de canarias. Se engloba las categorías de protección que se han determinado desde IUCN y en que apéndice de CITES están recogidas.

<b>Categorías de protección tortugas marinas en Canarias</b>			
Especie	Nombre común	IUCN	CITES
<i>Caretta caretta</i>	Tortuga boba	Vulnerable(VU)	I
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	En peligro(EN)	I
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laúd	Vulnerable(VU)	I
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	En peligro crítico(CR)	I
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga olivacea	Vulnerable(VU)	I

### 1.3 Varamientos de tortugas marinas en Canarias y su documentación

Se define varamiento como tortuga encallada en la costa, muerta o viva o encontrada flotando en el mar ya sea muerta o viva. La tortugas marinas varan en las zonas cercanas a rutas migratorias, hábitats de desarrollo también llamados zonas de forrajeo y playas de anidación.(Eckert et al., 2000).

En las islas Canarias entre 1983 y 1991 fueron capturadas más de 3.000 tortugas en aguas internacionales al norte de Canarias (Camiñas ,2004)Entre 1998 y 2001 el CRFS de Tafira trató a más de 93 tortugas(J. Orós et al., 2005) y desde 1998 a 2014 dió atención a 1860 tortugas. Por lo que queda patente la gran cantidad de varamientos anuales que ocurren en aguas Canarias y alrededores.

Las causas de varamientos y mortalidad de la tortuga boba en el este del océano Atlántico son mayormente relacionadas con la actividad humana en un 71,72% (Jorge Orós et al., 2016). La causa más frecuente de varamiento es el enmallamiento en redes y

plásticos siendo un 50,81% de los casos. Un 20,37 % es de índole desconocida y un 11,88% es por ingestión de anzuelos. (Jorge Orós et al. ,2016).

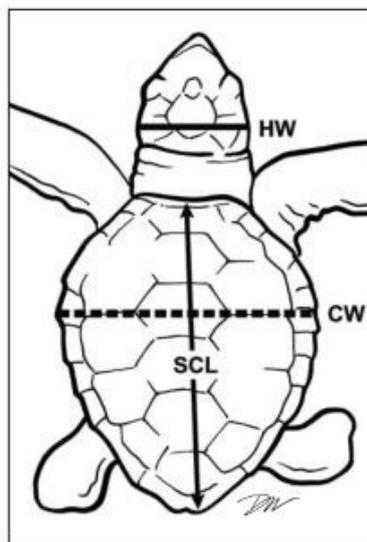
En la década de los noventa, las tortugas varadas de todas las islas se remitían a dos centros de recuperación de fauna silvestre: el centro de recuperación de fauna silvestre de Tafira (CRFS - Tafira) y el centro de recuperación de fauna silvestre La Tahonilla (CRFS- La Tahonilla). Los centros de recuperación de fauna silvestre reciben los especímenes de animales accidentados traídos por los ciudadanos y por diferentes organismos públicos, cabildos de otras islas, cuerpos policiales, así como por otro tipo de entidades colaboradoras como clubes de buceo, muelles deportivos y cofradías de pescadores. Por otro lado, el CRFS Tafira ha sido el principal centro de tratamiento de los ejemplares en los 90, siendo destino de tortugas provenientes del CRFS- La Tahonilla, así como de las otras islas, para la realización de cirugía, rayos x y tratamiento químico. Estos dos centros de recuperación de fauna han sido los primeros en Canarias en el tratamiento y la toma de datos de los varamientos, por ello existen datos de varamientos de tortugas marinas, provenientes de todas las islas del archipiélago, desde 1998.

A partir del año 2000, cada isla comenzó a gestionar los varamientos correspondientes a su área, siendo ahora potestad de cada isla el registro de éstos. Desde el 2001 empezaron a crearse bases de datos gestionadas por los cabildos de cada isla.

En el presente, cuando una tortuga se recoge en el mar o llega a la costa en Canarias el protocolo de recogida y registro del suceso es dependiente de la isla en la que haya ocurrido. En el caso de Tenerife y Gran Canaria las tortugas varadas son llevadas y registradas al centro de recuperación de fauna silvestre (CRFS La - Tahonilla y CRFS - Tafira). En la isla de El Hierro los datos de varamientos se registran en el departamento de medio ambiente, a excepción de los casos que ocurren en área de la Reserva Marina Mar de las Calmas los cuáles son registrados por el personal técnico al cargo. En la isla de la Palma los datos están recogidos por el departamento de medio ambiente del Cabildo de La Palma. Y en el caso de las islas orientales restantes, Fuerteventura gestiona sus ingresos de tortugas marinas en el departamento de medioambiente del Cabildo de Fuerteventura. En la isla de Lanzarote, el departamento de medio ambiente del cabildo insular recoge los varamientos de tortugas marinas y realiza informes anuales a través

de la empresa Grupo Tragsa Además el Observatorio Ambiental de Granadilla cada año genera informes sobre el estado de la tortuga boba, en los cuáles hay un apartado los varamientos que se producen en las islas.

A modo de conclusión, en Canarias la gestión, actuación y toma de datos de los varamientos se realiza de forma independiente en cada isla, a excepción de las colaboraciones para el tratamiento de casos de individuos aislados que se establecen temporalmente. En el CRFS - La Tahonilla y en el CRFS - Tafira en algunos casos de varamientos se toman medidas del cuerpo del animal con los criterios estandarizados(Wyneken, 2004) que se muestran en la figura 6. También, en determinadas islas los cabildos han desarrollado campañas de concienciación elaborando modelos de fichas para el registro de tortuga varada (figura 7) y la publicación de protocolos de actuación como es el caso de Tenerife (Pérez, 2000). Sin embargo, no existe una toma de datos normalizada y estandarizada ni tampoco una base de datos regional que recoja todos los casos que ocurren en las islas cada año.



**Figura 6.** Medidas utilizadas en la talla de tortugas. La longitud Estándar en Línea Recta(SCL) y Longitud Estándar Sobre-la- Curva (CCL)Tomado de Wyneken 2004

Consecuentemente, hasta ahora, no ha habido un estudio temporal y regional completo de varamientos en tortugas marinas. Por lo tanto, ante la ausencia de un estudio integrador que recoja todos los datos procedentes de las bases de datos existentes surge

este tema objeto de alto interés en el archipiélago para el presente trabajo fin de grado. Estudio necesario para la conservación de estas especies en aguas de Canarias.

**FICHA DE CONTROL DE TORTUGAS**  
Servicio de Planificación de Recursos Naturales  
Viceconsejería de Medio Ambiente

Especie: \_\_\_\_\_ Nº ficha: \_\_\_\_\_  
 Nombre común: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Localidad: \_\_\_\_\_ LTRecta: AR: \_\_\_\_\_  
 Municipio: \_\_\_\_\_ LTRCura: AC: \_\_\_\_\_  
 CH L F GC T LP G H A: B: C: \_\_\_\_\_  
 Estado de conservación:  Vivo  Fresco  Descompuesto  Muy descompuesto  Indeterminado  
 Aviso de: \_\_\_\_\_ Operario de M.A.: \_\_\_\_\_

**CIRCUNSTANCIAS DEL VARAMIENTO**  
 Vivo  Muerto  
 Hallado en el mar  Colisión  Cautividad  Varamiento  Capturado  
 Anzuelo  Heridas  Agresiones  Ingestión de Objetos  Arma de Fuego  Indeterminado

Hora de Aviso: \_\_\_\_\_ Hora de llegada: \_\_\_\_\_ Fin de la Acción: \_\_\_\_\_ Tiempo Varado: \_\_\_\_\_  
 Coordenadas: Lat. \_\_\_\_\_ N Long. \_\_\_\_\_ W Tiempo muerto: \_\_\_\_\_ días:

**DESTINO DE LOS RESTOS**  
 Abandono  Fac. Veterin.  Enterramiento  Vertedero  Incinerado  
 Necropsia  
 Otros: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

**EVOLUCIÓN**  
 Liberación  Muerte  Eutanasia  
 Tiempo en Cautividad: \_\_\_\_\_  
 Lugar de Liberación: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 Amputaciones: \_\_\_\_\_  
 Observaciones e Historial Clínico: \_\_\_\_\_  
 Han Colaborado: \_\_\_\_\_  
 Nº marca: \_\_\_\_\_ Nº ref. Muestras: \_\_\_\_\_ Nº ref. Enteroheces: \_\_\_\_\_

Diagramas de medidas corporales:  
 - Vista superior: Ancho Total, Longitud Total.  
 - Vista ventral (MACHO): Medidas A, B, S.  
 - Vista ventral (HEMERA): Medidas A, B.  
 - Vista dorsal: Medidas A, B, C.  
 - Vista ventral (detalle): Medidas A, B, C.

**Figura 7.** Ficha modelo de toma de datos en un varamiento. La imagen de la izquierda es la parte delantera, la derecha es el revés con indicaciones para la toma de medidas corporales del animal.



## 2. Objetivos





## 2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo ha sido recopilar toda la información actual correspondiente a los varamientos de tortugas marinas ocurridos en las islas Canarias, así como sintetizar, analizar los datos con el fin de ofrecer una visión regional y temporal de los casos de varamiento que nos ayuden a determinar sus causas principales y proponer medidas de gestión y conservación de estas especies vulnerables.

Para lograr este objetivo general se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Recopilar los datos disponibles de varamientos de tortugas marinas en Canarias para elaborar una base de datos regional.
2. Revisar las bases de datos para excluir los casos repetidos, así como sintetizar la información disponible para facilitar la labor de análisis de los datos.
3. Determinar la causa más importante de varamientos, utilizando los datos de las diferentes islas en un largo período temporal.



### **3. Material y métodos**





### 3. Material y métodos

#### 3.1 Área de estudio: tortugas marinas varadas

Este trabajo se ha centrado en realizar un estudio retrospectivo utilizando los registros de ingreso originales de tortugas marinas provenientes de los diferentes centros de recuperación de fauna silvestre y los Cabildos insulares.

Se ha contactado con la entidad correspondiente en cada isla y se ha hecho una recopilación de éstos a nivel del archipiélago canario. Los datos sobre tortugas marinas varadas en las Islas Canarias utilizados en este trabajo provienen de 6 bases de datos (ver Tabla 2).

**Tabla 2.** Procedencia y características de los datos de tortugas marinas varadas en las Islas Canarias utilizados en la elaboración de la base de datos.

<b>Fuente Base Datos</b>	<b>Autor/Responsable</b>	<b>Periodo</b>	<b>Nº Registros</b>
CRFS La Tahonilla	Carmen Méndez	1998 - 2017	1492
CRFS Tafira	Pascual Calabuig Natalia Montesdeoca	1998-2014	1530
Dpt. Medio ambiente Cabildo La Palma	Felix M. Medina	2000-2016	151
Dpt. Medio ambiente Cabildo Fuerteventura	Ana Bella Calabero	2003-2015	426
Dpt. Medio ambiente Cabildo Lanzarote	Grupo Tragsa	2015-2016	21
OAG, Observatorio ambiental de Granadilla. Recopilación CRFS Tafira)	Antonio Machado Marta González	1998-2012	323
<b>TOTAL REGISTROS USADOS</b>			<b>3943</b>

En total se han revisado y normalizado 3943 registros los cuales incluyen los casos de tortuga marina que han llegado a costa y los casos con tortuga marina recogida en mar, llamado recuperación, recordemos ambos se definen dentro del término varamiento.

Por otro lado, para llevar a cabo este estudio a largo plazo, se unificaron los registros de las diferentes islas dentro de una hoja de cálculo mediante en el programa

Microsoft Excel 2013 v15.0.4420.1017. Se utilizó la variable “F. datos” para la revisión de los casos registrados en más de una base. Incluyéndose todos los aspectos fundamentales de los datos originales, en un total de 23 variables:

- N° Registro: número de registro propio de la base de este trabajo.
- Isla: isla canaria en la que ha llegado o se ha recogido el animal.
- Municipio: municipio en el que se ha recogido el animal.
- Paraje: lugar en el que se ha recogido el ejemplar.
- Fecha: fecha en la que se recoge el animal.
- Año: año en que la tortuga se recoge.
- Mes: mes en el que se recoge el ejemplar.
- Especie: especie a la cual se identifica el animal.
- Peso: peso del animal (Kg).
- LTR: longitud total recta del caparazón (cm).
- AR: anchura total recta del caparazón (cm).
- LTC: longitud total curva del caparazón (cm).
- AC: anchura total curva del caparazón (cm).
- Causa: causa del varamiento, recuperación o ingreso en el centro de recuperación del animal: artes de pesca, plásticos, hidrocarburos, traumatismo, petróleo, otros, enfermedad, indeterminada.
- Subcausa: causa específica de la variable causa.
- Cond. Inicial: condición inicial en la que se hallaba el animal, viva o muerta.
- Liberación: si se libera el animal o no posteriormente a su registro de entrada.
- Muerte: si se produce o no la muerte del ejemplar desde que se recoge en la localidad.
- Evolución: situación final de la tortuga; liberada (L), ingresó muerta (IM), muerte (M) y eutanasia (E).
- Observaciones: observaciones originales recogidas de cada registro de entrada de tortuga en las bases de datos originales.
- N° Registro Tahonilla: número de registro procedente del CRFS La Tahonilla correspondiente a la entrada de la tortuga.

- N° Registro Tafira: número de registro procedente del CRFS Tafira correspondiente a la entrada de la tortuga

En el caso de la variable “Causa”, ésta ha sido definida con unos valores cualitativos agrupados en una clasificación basada en las causas de ingreso del CRFS - Tafira (Jorge Orós et al. , 2016) y desde el criterio propio que requiere este trabajo de separación enmalle por plásticos y la agrupación de anzuelo, arpón junto a enmallamiento por causa de procedencia en artes de pesca. A su vez, la variable “Subcausa”, que es derivada de la anterior descrita, ha sido delimitada en base a información recogida en cada registro en comentarios y observaciones de las bases de datos utilizadas. La clasificación final de las variables “Causa” y “Subcausa” está recogida en la tabla 3.

### **3.2 Variables analizadas**

Para este estudio se han utilizado las variables “año”, “causa”, “subcausa” e “isla”.

### **3.3 Análisis estadístico**

El análisis estadístico se ha llevado a cabo con varios programas. Para la realización de las gráficas de índole descriptiva se ha utilizado el programa R versión 3.2.4 con paquete rstudio versión 0.98 y para los análisis estadísticos se usó PRIMER 6 & PER-MANOVA + v.1.0.1.

Se han calculado los porcentajes totales de las variables “CAUSA” y “SUCAUSA” de todos los casos de varamientos y se ha representado gráficamente por número de casos registrados.

Para conocer la causa de varamiento mayoritaria en cada isla, se hizo una selección de datos comprendidos entre los años 2000 a 2010, década cuando se recolectó un mayor número de datos, en casi todas las islas (Tenerife, Gran Canaria, La Palma, Gomera y Fuerteventura). Se realizó un ANOVA de tres vías con la variable “CAUSA” como factor principal con 7 niveles fijos(causas de varamientos), “ISLA” con 5 niveles fijos (Tenerife, Gran Canaria, La Palma, Gomera y Fuerteventura) y por último la variable “AÑO” con 11 niveles aleatorios. Este tipo de análisis es robusto para determinar

claramente la causa de varamiento, además el nivel de replicación espacial y temporal es representativo, 5 islas con 7 y 10 años de seguimiento.

**Tabla 3.** Listado de clasificación causas y subcausas de varamientos utilizada.

**Variables vinculadas en la base de datos**

Causa	Subcausa
<b>1. Artes De Pesca</b>	Enmallamiento
	Anzuelo
	Arpón
<b>2. Plásticos</b>	Enmalle
	Ingestión
<b>3. Traumatismo</b>	Colisión embarcación
	Fractura
	Heridas: golpes, heridas leves, ausencia miembros
<b>4. Hidrocarburos</b>	Mordedura tiburón
<b>5. Otros</b>	APN, aparentemente sana
	Desorientación
	Causas varios
<b>6. Enfermedad</b>	Caquexia
	Deshidratación
	Desnutrición
	Septicemia
	Epizointes
	Problemas de flotabilidad
	Malformaciones
	Hipotermia
Tumores	
<b>7. Indeterminada</b>	

## 4. Resultados





## 4. Resultados

### 4.1 base de datos regional de varamientos

Con el propósito de hacer un estudio sobre los varamientos de tortugas marinas ocurridos en todo el archipiélago canario desde que se tienen registros, fue necesaria la creación de una base de datos que englobase todos los datos provenientes de las bases de datos disponibles en los centros de recuperación de fauna, así como cabildos insulares.

Se elaboró una base con 3675 registros de varamientos clasificados según la isla de recogida del animal. Con un período temporal variable en función de los datos disponibles, como se esquematiza tabla 4. En el caso de la Gomera, no hay datos registrados para 2012-2014.

**Tabla 4.** Esquema descriptivo de los datos de varamientos obtenidos tras la unión de las bases de datos.

<b>Base varamientos por isla del archipiélago canario</b>		
	Periodo	Nº Registros
Fuerteventura	1998-2015	621
Gomera	1998-2012	81
Gran Canaria	1998-2014	1132
Hierro	2000-2014	38
Lanzarote	1998-2005/ 2015-2016	69
La Palma	2000-2016	166
Tenerife	1998-2017	380
<b>TOTAL Casos</b>		<b>3675</b>

En las bases de datos utilizadas existen registros de individuos que pueden aparecer duplicados, es decir, puede haber dos registros del mismo caso de varamiento. Para solventar este tipo de problemas se cotejó caso a caso con las variables “fecha”, “año”, “municipio”, “paraje” y “observaciones”. Tras una revisión exhaustiva de los 3943 registros de nuestras fuentes, expuestas en el apartado de metodología (Tabla 2),

aparecieron 268 casos de registro duplicados, y por tanto nuestra base tiene un total de 3675 casos. Los 268 casos repetidos son 189 por parte de CRF Tafira – CRFS La Tahonilla, 44 CRF Tafira-Cabildo Fuerteventura, 10 CRFS Tafira – Cabildo La Palma y 25 casos del OAG – Cabildo de Fuerteventura.

La base de datos contiene registros de diferentes especies varadas en Canarias desde 1998 hasta parte de 2017. La especie con más registros es la tortuga boba, *Caretta caretta*, con 3568 casos (97,11%) le siguen; la tortuga verde, *Chelonia mydas*, con 71(1,93%), la tortuga láud, *Dermochelys coriacea*, 29 casos(0,79%), la tortuga carey, *Eretmochelys imbricata*, con 5(0,14%) y la tortuga olivácea o lora con 1 caso(0,03%).

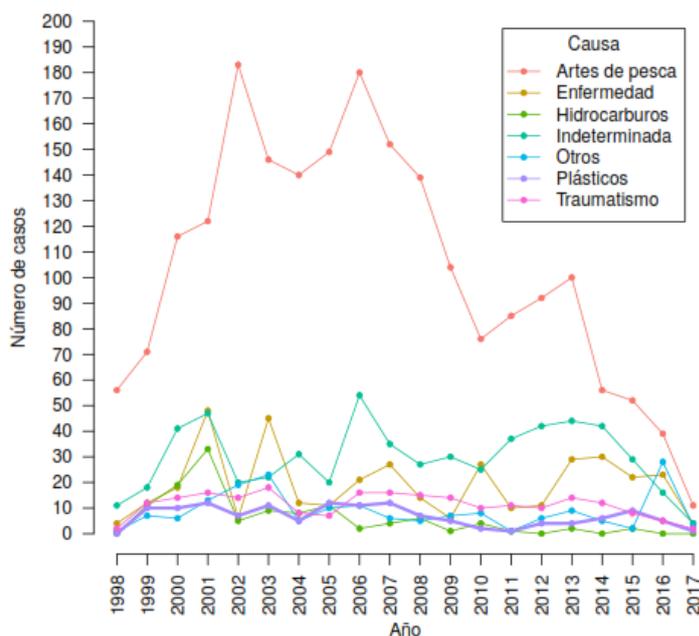
## 4.2 Análisis descriptivos

El número de varamientos por causas se recoge en la tabla 5. Las causas más frecuentes de varamiento en Canarias son las artes de pesca (55,77%, n=2050), indeterminada (16,19%, n= 595), enfermedad (10,34%, n=380) y traumatismo 6,09%. Las demás causas son minoritarias dado que están por debajo del 6% como es el caso de los plásticos (3,65%, n=134). Dentro de las artes de pesca es la subcausa enmallamiento (44,97%, n=1653) la más común, siguiendo anzuelo (10,12%, n= 372) y por último arpón (0,11%, n=4).

El número de varamientos en la gráfica de distribución anual (figura 8) muestra un incremento de los casos por artes de pesca durante 2001-2006. A excepción del incremento de casos para la causa artes de pesca, en general se observa una estabilidad en el número de varamientos para cada causa.

**Tabla 5.** Número de tortugas varadas en Canarias clasificadas por causas y subcausas

<b>Causas y subcausas de varamientos</b>		
	Nº Casos	(%)
<b>ARTES DE PESCA</b>	<b>2050</b>	<b>55,77</b>
Anzuelo	372	10,12
Arpón	4	0,11
Enmallamiento	1653	44,97
Sin subcausa	21	0,57
<b>INDETERMINADA</b>	<b>595</b>	<b>16,19</b>
<b>ENFERMEDAD</b>	<b>380</b>	<b>10,34</b>
Ablandamiento caparazón	2	0,05
Caquexia	96	2,61
Debilidad	8	0,22
Deformación	4	0,11
Deshidratación	6	0,16
Desnutrición	11	0,30
Epizoítos	75	2,04
Fractura	2	0,05
Glositis	1	0,03
Intoxicación	4	0,11
Malformación	10	0,27
Problemas flotabilidad	77	2,09
Queratitis	1	0,03
Septicemia	74	2,01
Tumores	1	0,03
Sin subcausa	8	0,22
<b>TRAUMATISMO</b>	<b>224</b>	<b>6,09</b>
Colisión embarcación	79	2,15
Fractura	61	1,66
Heridas	84	2,29
<b>OTROS</b>	<b>175</b>	<b>4,76</b>
APN	139	3,78
Decomisada	1	0,03
Desorientación	3	0,08
Mordedura pez espada	1	0,03
Mordedura tiburón	27	0,73
Varias causas	4	0,11
<b>PLASTICOS</b>	<b>134</b>	<b>3,65</b>
Enmalle	88	2,39
Ingestión	46	1,25
<b>HIDROCARBUROS</b>	<b>118</b>	<b>3,21</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3676</b>	<b>100,00</b>



**Figura 8.** Evolución temporal del número de casos de varamientos de tortugas marinas de Canarias, clasificados por causas durante el período 1998-2016.

### 4.3 Análisis estadísticos

Los análisis indican que existe una interacción entre el factor CAUSA y el factor ISLA, es decir que dependiendo de la isla la causa de varamiento más frecuente es diferente como observamos en la tabla 6. No obstante, no hay una interacción entre el factor AÑO y CAUSA, por lo que la causa más frecuente de varamiento se mantiene a lo largo de los años, siendo ésta las artes de pesca

Consecuentemente al resultado del ANOVA, es necesario centrarnos en la interacción y analizar isla por isla. Para ello se ha realizado comparaciones de dos a dos entre las causas, como se muestra a modo ejemplo para la isla de Tenerife en la tabla 7 (resultados restantes en ANEXO I) Las medias de varamientos por causas se han representado en una gráfica para cada isla en la figura 8. En general, se puede observar rápidamente que son las artes de pesca la causa más importante de varamientos en el archipiélago, sin embargo existen algunas diferencias entre islas, en relación a otras causas. Como es el caso de Tenerife en el que se aprecia una disparidad de medias con La Palma Gomera, Gran Canaria y Fuerteventura. En la isla de La Palma predomina la

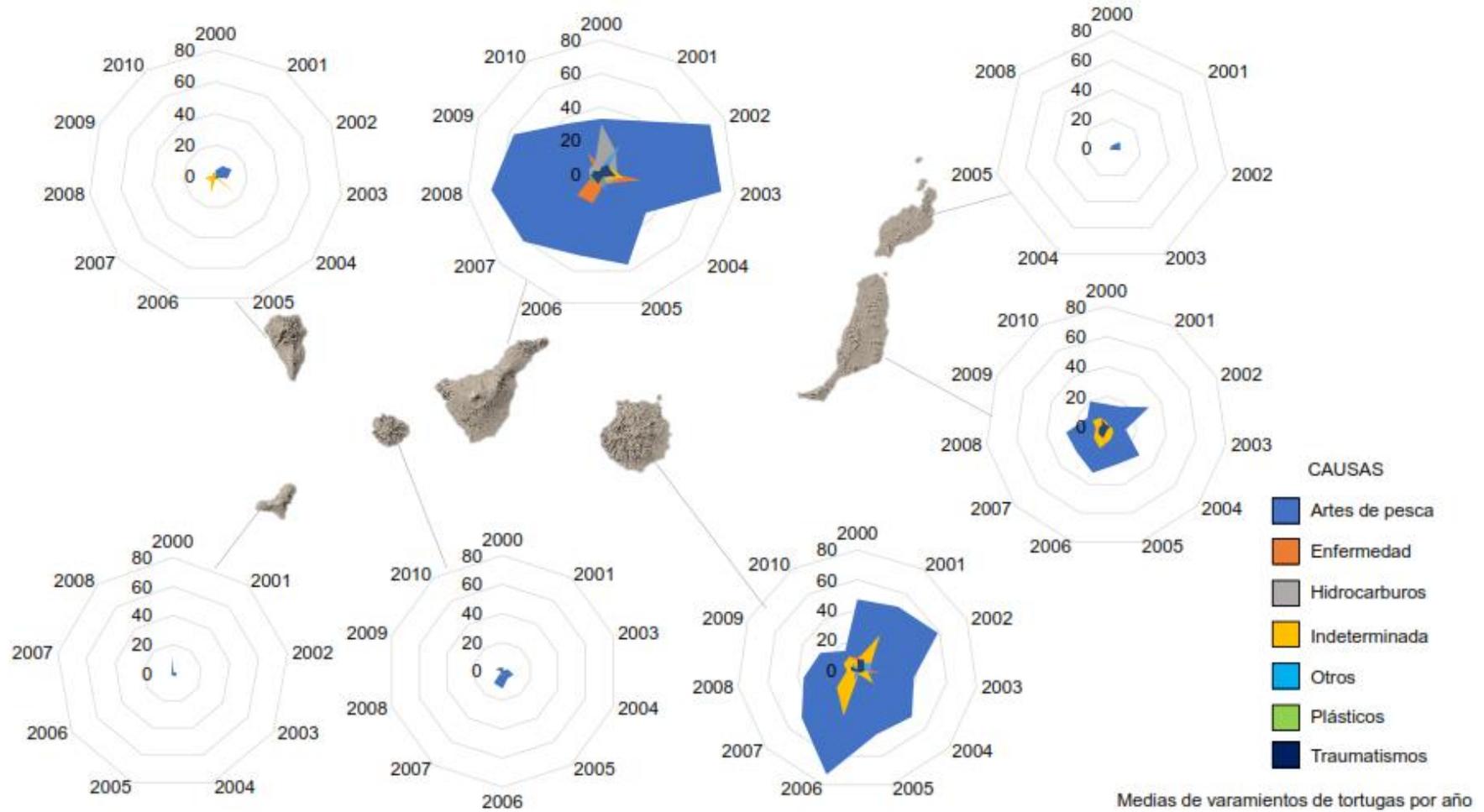
media de causa indeterminada. Sin embargo en Tenerife aparece una media de hidrocarburos y enfermedad ausente en el resto de las islas. En el caso de Fuerteventura las medias de causa son exclusivamente de traumatismo, enmallamiento e indeterminada. Para Gran Canaria las medias son de enmallamiento, traumatismo e indeterminada.

**Tabla 6.** Resultados del análisis PERANOVA de 3 vías con los factores “CAUSA”(CA), “ISLA”(IS) y “AÑO”(AÑ) y sus interacciones.

Fuente de variación	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
CA	6	16153	2692,2	59,483	0,0002	4988
IS	4	3156	788,99	18,664	0,0002	4987
AÑ	10	184,47	18,447	0,43661	0,8642	4998
<b>CAxIS</b>	<b>24</b>	<b>12636</b>	<b>526,52</b>	<b>16,078</b>	<b>0,0002</b>	<b>4981</b>
CAxAÑ	60	2820,3	47,006	1,1126	0,6439	4992
ISxAÑ**	39	1649	42,282	1,0007	0,6247	4996
CAxISxAÑ**	124	4046,5	32,633	0,77239	0,7417	4991
Residuo	2	84,5	42,25			
Total	269	51692				

**Tabla 7.** Análisis de datos a posteriori de las comparaciones por pares del factor "ISLA" (Tenerife) de la variable estudiada causa. Ver resto de resultados en el ANEXO I

Causas		t	P(perm)	Unique perms
<b>TENERIFE</b>	<b>Artes De Pesca X Enfermedad</b>	<b>8,104</b>	<b>0,0002</b>	<b>4949</b>
	<b>Artes De Pesca X Hidrocarburos</b>	<b>5,811</b>	<b>0,0006</b>	<b>4961</b>
	<b>Artes De Pesca X Indeterminada</b>	<b>11,11</b>	<b>0,0002</b>	<b>4955</b>
	<b>Artes De Pesca X Otros</b>	<b>9,1991</b>	<b>0,0002</b>	<b>4951</b>
	<b>Artes De Pesca X Plasticos</b>	<b>11,238</b>	<b>0,0002</b>	<b>4946</b>
	<b>Artes De Pesca X Traumatismo</b>	<b>11,529</b>	<b>0,0002</b>	<b>4959</b>
	Enfermedad X Hidrocarburos	0,36629	0,7409	4729
	Enfermedad X Indeterminada	3,0751	0,0134	4644
	<b>Enfermedad X Otros</b>	<b>2,5151</b>	<b>0,0324</b>	<b>4614</b>
	<b>Enfermedad X Plasticos</b>	<b>3,0338</b>	<b>0,013</b>	<b>4630</b>
	<b>Enfermedad X Traumatismo</b>	<b>3,1685</b>	<b>0,0118</b>	<b>4610</b>
	<b>Hidrocarburos X Indeterminada</b>	<b>2,4736</b>	<b>0,0258</b>	<b>4702</b>
	Hidrocarburos X Otros	1,8568	0,1004	4744
	<b>Hidrocarburos X Plasticos</b>	<b>2,999</b>	<b>0,012</b>	<b>4745</b>
	<b>Hidrocarburos X Traumatismo</b>	<b>2,5544</b>	<b>0,016</b>	<b>4740</b>
	Indeterminada X Otros	0,55277	0,5993	3668
	Indeterminada X Plasticos	7,2932E-2	0,9602	2481
	Indeterminada X Traumatismo	0,38815	0,7011	1522
Otros X Plasticos	0,68024	0,5337	3256	
Otros Traumatismo	0,3812	0,7201	3461	
Plasticos X Traumatismo	0,74702	0,4825	566	



**Figura 8.** Medias de varamientos de tortugas marinas separados por causas para las siete islas Canarias. Los datos corresponden con el período de tiempo de por año en las siete islas de Canarias en el periodo de tiempo de 2000 -2010, cuando se registró un mayor número de datos en el archipiélago.

## 5. Discusión





## 5. Discusión

El estudio de las tortugas marinas en el planeta es fundamental para promover medidas de conservación que aseguren su supervivencia en el planeta puesto que se trata de especies muy amenazadas y muchas de ellas en peligro de extinción. Los varamientos son una de las causas de muerte principales de individuos en las poblaciones del noreste atlántico.(Camacho et al. 2013; J Orós et al. 2011; Jorge Orós et al. 2016). Hasta ahora, en el archipiélago canario el registro de varamientos se ha gestionado de forma independiente en cada isla, generándose diferentes bases de datos. Cada una de ellas con sus propios códigos de nomenclatura, variables y registros. Esto ha generado inconvenientes como la aparición de dos o más registros del mismo varamiento, dependiendo del número de islas que haya pasado la tortuga desde su ingreso en un centro de recuperación. De la misma manera, esta estructura de registro de los varamientos ha generado gran disparidad en la minuciosidad con la que se colectan los datos (Wyneken, 2004) .

La elaboración de esta base de datos regional ha sido de gran dificultad y pone de manifiesto la necesidad de una colaboración y comunicación más activa entre las entidades y personas que gestionan los datos de varamientos para adoptar una estrategia común .Otro aspecto a tener en cuenta, es la complejidad en la obtención de los datos, puesto que algunas islas tienen una política de privacidad de uso de datos, a pesar de la condición pública de la entidad responsable. Por otro lado, otras islas tienen dos órganos que gestionan los varamientos, sobre todo aquellas islas con Reserva Marina, motivo de la ausencia de estos datos en este estudio. Hemos observado una clara ausencia de estructura común que facilite la rigurosidad en la toma de datos y el acceso público a los mismo. Un ejemplo de esta falta de rigurosidad en la toma de datos es que la segunda causa de varamientos es indeterminada (16,19%).Un varamiento se clasifica con causa indeterminada cuando la tortuga llega a costa muerta o en descomposición, cuando no se registra la causa en la base de datos, cuando se almacena como “otros” y no se especifica con observaciones la causa.

Cada año hay varamientos en Canarias no obstante, mientras regiones como Asturias tienen una plataforma de registros regional desde 1999(“Red de varamientos

«CEPESMA,») en Canarias en la actualidad aún cada isla registra los varamientos de forma independiente a la colindante.

A pesar, de las dificultades encontradas en la elaboración de la base de datos, creemos en su importancia y gran utilidad para el estudio en la conservación de las tortugas marinas de Canarias. Como consecuencia de la elaboración de una base de datos regional sabemos que un 97,11% de tortugas que están en Canarias pertenecen a la especie *Caretta caretta* (tortuga boba). Uno de los numerosos datos interesantes que se puede obtener con nuestra base es el de las tallas medias. Con este dato se podría demostrar la posibilidad de Canarias como una zona de forrajeo, como se ha propuesto con anterioridad (Katherine L. Mansfield and Nathan F. Putman 2013), .

Se ha obtenido también en este trabajo la causa más frecuente de varamiento en Canarias son las artes de pesca con 55,77%, dato que se parece mucho al presentado anteriormente con los registros del CRFS-Tafira,(50,8%) (Jorge Orós et al., 2016).

Estudios recientes definen el enmallamiento como variable de riesgo de embolia en tortuga, cuando cae en una red (Fahlman et al., 2017). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la necesidad de regular las artes de pesca usadas en la pesca artesanal y la concienciación a los pescadores para evitar una mortalidad elevada en los casos de varamientos por enmalle. En nuestro caso, la base de datos generado ha sido una herramienta de gran utilidad para señalar la dirección de enfoque para promover la conservación de estas especies en Canarias.

Finalmente, también detectamos un efecto de isla en las causa de varamientos de Canarias. Con esta evidencia se pone de manifiesto que dependiendo de la isla habrá una serie de causas específicas, aunque no sean tan importantes como la causa artes de pesca. Sin embargo, se ha observado en Tenerife hay un mayor número de varamientos debido a hidrocarburos con respecto a otras islas. También se observa una disparidad de medias respecto a traumatismos en la islas con una alta actividad turística en sus costas (Tenerife, Gran Canaria y Fuerteventura) Esto es una nueva vía de datos a explorar que requeriría de la incorporación de otros datos como el tráfico marítimo y datos de fuentes que no estaban disponibles para la elaboración de este trabajo.

## 6. Conclusiones





## 6. Conclusiones

Con los resultados obtenidos en este trabajo de fin de grado se puede concluir:

1. Base de datos obtenida refleja la ausencia de una estandarización en la toma de datos en el registro de varamientos en las islas Canarias. Hay necesidad urgente de homologar los criterios en el registro de varamientos.
2. El uso de la base de datos con alto número de registro de varamiento supone una herramienta más para evaluación de poblaciones.
3. La creación de una extensa red de varamientos homogénea donde se registren los varamientos a nivel regional es clave para la gestión y conservación de las poblaciones de tortugas marinas.
4. Existe un efecto isla en la causa de varamientos de tortugas marinas en las Islas Canarias, se debe estudiar con datos futuros para garantizar la supervivencia de las poblaciones.
5. La causa mayoritaria de varamientos en el archipiélago canario son las artes de pesca por lo que se deben crear medidas reguladoras para reducir el número de varamientos por enmallamiento.

## 7. Conclusions

With the results obtained in this work of end of degree it is possible to conclude:

1. Database obtained reflects the absence of a standardization in the taking of data in the registry of strandings in the Canary Islands. There is an urgent need to standardize the criteria in the strand registration.
2. The use of the database with high number of stranding record is another tool for population assessment.
3. The creation of an extensive network with homogenous strandings for a regional level is the key to the management and conservation of sea turtle populations.
4. There is an island effect in the cause of stranding of sea turtles in the Canary Islands, it should be studied with future data to guarantee the survival of populations.
5. The majority of strandings in the Canary Islands are the fishing gear. Therefore, regulatory measures should be created to reduce the number of strandings by entanglement.

## 8. Bibliografía

- Camacho, María, Pascual Calabuig, Octavio P Luzardo, Luis D Boada, Manuel Zumbado, and Jorge Orós. 2013. “Crude Oil as a Stranding Cause among Loggerhead Sea Turtles (*Caretta Caretta*) in the Canary Islands, Spain (1998-2011).” *J Wildl Dis* 49 (3): 637–40. doi:10.7589/2012-03-093.
- Camiñas, Juan A. 2004. “Estatus y conservación de las tortugas marinas en España.” In *Atlas Y Libro Rojo de Los Anfibios Y Reptiles de España*, 345–80.
- Clarke, KR, Gorley, RN, 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth, 192pp
- Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2017. “Apéndices I, II Y III.” <https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2017/S-Appendices-2017-04-04.pdf>.
- Eckert, Karen L, Karen A Bjorndal, F Alberto Abreu-Grobois, M Donnelly, Traducido Al Español Por, Raquel Briseño-Dueñas, F Alberto Abreu-Grobois Con La Colaboración De, et al. 2000. Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. [https://mtsg.files.wordpress.com/2010/07/tecnicas\\_de\\_investigacion\\_y\\_manejo\\_para\\_la\\_conservacion\\_de\\_tortugas\\_marinas.pdf](https://mtsg.files.wordpress.com/2010/07/tecnicas_de_investigacion_y_manejo_para_la_conservacion_de_tortugas_marinas.pdf).
- Ericka, Urbiola-Rangel, and Omar Chassin-Noria. 2011. “Relaciones Filogenéticas Del Género *Chelonia*.” *Biológicas* 13 (2): 41–47.
- Fahlman, Andreas, Jose Luis Crespo-Picazo, Blair Sterba-Boatwright, Brian A Stacy, and Daniel Garcia-Parraga. 2017. “Defining Risk Variables Causing Gas Embolism in Loggerhead Sea Turtles (*Caretta Caretta*) Caught in Trawls and Gillnets.” *Scientific Reports* 7 (1): 2739. doi:10.1038/s41598-017-02819-5.
- FLS, D.P.G., K. Wellington, N. Zealand, and DP Gordon. 2010. “Catalogue of Life: 2010 Annual Checklist.” [Catalogueoflife.org](http://www.catalogueoflife.org). Species 2000, 304854–304854. <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/3e8cb73105988b865dc65ae9f>

37fb263/synonym/13ff3acec4d358ecd602c2bf2a3b7608.

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 2000. The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN Global Species Programme Red List Unit. <http://www.iucnredlist.org/>.

Katherine L. Mansfield and Nathan F. Putman. 2013. "Oceanic habits and habitats *Caretta Caretta*." In *The Biology of Sea Turtles, Volume III*, edited by Jeanette Wyneken, Kenneth J. Lohmann, John A. Musick, 189–211. <https://es.scribd.com/document/265489359/The-Biology-of-Sea-Turtles-Volume-III-Jeanette-Wyneken-Kenneth-J-Loh-pdf>.

Lett, Christophe, Philippe Verley, Christian Mullon, Carolina Parada, Timothée Brochier, Pierrick Penven, and Bruno Blanke. 2008. "A Lagrangian Tool for Modelling Ichthyoplankton Dynamics." *Environmental Modelling and Software* 23 (9): 1210–14. doi:10.1016/j.envsoft.2008.02.005.

Lutz, Peter L., John A. Musick, and Jeanette Wyneken. 1996. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press. <https://www.crcpress.com/The-Biology-of-Sea-Turtles-Volume-I/Lutz-Musick/p/book/9780849384226#googlePreviewContainer>.

Orós, J., A. Torrent, P. Calabuig, and S. Déniz. 2005. "Diseases and Causes of Mortality among Sea Turtles Stranded in the Canary Islands, Spain (1998-2001)." *Diseases of Aquatic Organisms* 63 (1): 13–24. doi:10.3354/dao063013.

Orós, J, P Calabuig, A Arencibia, M Camacho, and HE Jensen. 2011. "Systemic Mycosis Caused by *Trichophyton* Spp. in an Olive Ridley Sea Turtle (*Lepidochelys Olivacea*): An Immunohistochemical Study." *New Zealand Veterinary Journal* 59 (2): 92–95. doi:10.1080/00480169.2011.552859.

Orós, Jorge, Natalia Montesdeoca, María Camacho, Alberto Arencibia, and Pascual Calabuig. 2016. "Causes of Stranding and Mortality, and Final Disposition of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta Caretta*) Admitted to a Wildlife Rehabilitation Center in Gran Canaria Island, Spain (1998-2014): A Long-Term Retrospective Study." *PLoS ONE* 11 (2): 1–14. doi:10.1371/journal.pone.0149398.

Pérez, Rogelio Herrera. 2000. GUÍA Y PROTOCOLO DE ACTUACIÓN FRENTE A VARAMIENTOS DE CETÁCEOS Y TORTUGAS MARINAS EN CANARIAS. Editado por Gobierno de Canarias. Consejería.

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Red de Varamientos «CEPESMA. 2017. Accessed September 8. <http://www.cepesma.org/quieres-saber-mas/red-de-varamientos/>.

Soc, Proc R, Nathan F Putman, John M Bane, and Kenneth J Lohmann. 2010. “On Hatchling Migration Sea Turtle Nesting Distributions and Oceanographic Constraints Sea Turtle Nesting Distributions and Oceanographic Constraints on Hatchling Migration.” doi:10.1098/rspb.2010.1088.

Wyneken, Jeanette. 2004. La Anatomía de Las Tortugas Marinas. Fisheries Science. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum.



## ANEXO I

Gráficos datos a posteri de las comparaciones por pares del factor "ISLA" de la variable

	Groups	t	P(perm)	Unique perms
<b>FUERTEVENTURA</b>	<b>ARTES DE PESCA X ENFERMEDAD</b>	<b>8,6116</b>	<b>0,0002</b>	<b>4932</b>
	<b>ARTES DE PESCA X HIDROCARBUROS</b>	<b>7,623</b>	<b>0,0004</b>	<b>4885</b>
	<b>ARTES DE PESCA X INDETERMINADA</b>	<b>8,4582</b>	<b>0,0002</b>	<b>4901</b>
	<b>ARTES DE PESCA X OTROS</b>	<b>6,7151</b>	<b>0,0016</b>	<b>4895</b>
	<b>ARTES DE PESCA X PLASTICOS</b>	<b>7,0858</b>	<b>0,0281</b>	<b>280</b>
	<b>ARTES DE PESCA X TRAUMATISMO</b>	<b>9,6168</b>	<b>0,0002</b>	<b>4888</b>
	ENFERMEDAD X HIDROCARBUROS	0,4714	0,6571	275
	<b>ENFERMEDAD X INDETERMINADA</b>	<b>3,3119</b>	<b>0,0098</b>	<b>4301</b>
	ENFERMEDAD X OTROS	3	0,059	17
	ENFERMEDAD X PLASTICOS	0,75593	0,586	34
	ENFERMEDAD X TRAUMATISMO	1,715	0,1228	2170
	<b>HIDROCARBUROS X INDETERMINADA</b>	<b>2,7462</b>	<b>0,0368</b>	<b>3378</b>
	HIDROCARBUROS X OTROS	0,5	0,7151	10
	HIDROCARBUROS X PLASTICOS	3	0,1293	10
	HIDROCARBUROS X TRAUMATISMO	1,4412	0,2072	1636
	<b>INDETERMINADA X OTROS</b>	<b>2,6811</b>	<b>0,047</b>	<b>3493</b>
	INDETERMINADA X PLASTICOS	1,4084	0,2729	214
	<b>INDETERMINADA X TRAUMATISMO</b>	<b>4,3235</b>	<b>0,004</b>	<b>3405</b>
	OTROS X PLASTICOS	No test		
	OTROS X TRAUMATISMO	2,2188	0,0796	1683
PLASTICOS X TRAUMATISMO	4,0627E-8	1	149	

	Groups	T	P(perm)	Uniq ue perms
<b>GOMERA</b>	ARTES DE PESCA X ENFERMEDAD	2,5576	0,055	733
	ARTES DE PESCA X HIDROCARBUROS	No test		
	<b>ARTES DE PESCA X INDETERMINADA</b>	<b>3,6742</b>	<b>0,0272</b>	<b>508</b>
	ARTES DE PESCA X OTROS	7	0,0943	16
	ARTES DE PESCA X PLASTICOS	4,5	0,0995	16
	ARTES DE PESCA X TRAUMATISMO	3,7812	0,055	224
	ENFERMEDAD X HIDROCARBUROS	Denominator is 0		
	ENFERMEDAD X INDETERMINADA	Denominator is 0		
	ENFERMEDAD X OTROS	Denominator is 0		
	ENFERMEDAD X PLASTICOS	No test, df = 0		
	ENFERMEDAD X TRAUMATISMO	Denominator is 0		
	HIDROCARBUROS X INDETERMINADA	No test		
	HIDROCARBUROS X OTROS	No test, df = 0		
	HIDROCARBUROS X PLASTICOS	No test, df = 0		
	HIDROCARBUROS X TRAUMATISMO	No test		
	INDETERMINADA X OTROS	No test, df = 0		
	INDETERMINADA X PLASTICOS	Denominator is 0		
	INDETERMINADA X TRAUMATISMO	3	0,1904	10
	OTROS X PLASTICOS	No test, df = 0		
	OTROS X TRAUMATISMO	No test		
PLASTICOS X TRAUMATISMO	No test			

	Groups	T	P(perm)	Unique perms
GRAN CANARIA	<b>ARTES DE PESCA X ENFERMEDAD</b>	<b>6,429</b>	<b>0,0006</b>	<b>4945</b>
	<b>ARTES DE PESCA X HIDROCARBUROS</b>	<b>7,3845</b>	<b>0,0004</b>	<b>4944</b>
	<b>ARTES DE PESCA X INDETERMINADA</b>	<b>8,1245</b>	<b>0,0002</b>	<b>4938</b>
	<b>ARTES DE PESCA X OTROS</b>	<b>6,9604</b>	<b>0,0002</b>	<b>4949</b>
	<b>ARTES DE PESCA X PLASTICOS</b>	<b>13,013</b>	<b>0,0002</b>	<b>4943</b>
	<b>ARTES DE PESCA X TRAUMATISMO</b>	<b>10,03</b>	<b>0,0002</b>	<b>4959</b>
	<b>ENFERMEDAD X HIDROCARBUROS</b>	1,6669	0,1306	4835
	ENFERMEDAD X INDETERMINADA	0,92394	0,3959	4440
	ENFERMEDAD X OTROS	1,8885	0,113	4521
	ENFERMEDAD X PLASTICOS	1,7377	0,1292	4136
	ENFERMEDAD X TRAUMATISMO	<b>3,6832</b>	<b>0,0084</b>	<b>4866</b>
	<b>HIDROCARBUROS X INDETERMINADA</b>	1,7392	0,1484	2965
	HIDROCARBUROS X OTROS	0,62177	0,5547	1427
	HIDROCARBUROS X PLASTICOS	0,80064	0,4457	476
	HIDROCARBUROS X TRAUMATISMO	<b>2,4663</b>	<b>0,0396</b>	<b>4816</b>
	<b>INDETERMINADA X OTROS</b>	<b>3,2922</b>	<b>0,013</b>	<b>4871</b>
	<b>INDETERMINADA X PLASTICOS</b>	2,8806	0,0214	4892
	INDETERMINADA X TRAUMATISMO	<b>3,5878</b>	<b>0,016</b>	<b>2230</b>
	<b>OTROS X PLASTICOS</b>	1,4983	0,1706	1967
	OTROS X TRAUMATISMO	1,8825	0,108	1039
PLASTICOS X TRAUMATISMO				

	Groups	t	P(perm)	Unique perms
LA PALMA	Artes De Pesca x Enfermedad	0,79241	0,626	250
	Artes De Pesca x Hidrocarburos	0,26964	0,8122	3655
	Artes De Pesca x Indeterminada	0,81024	0,4419	4920
	Artes De Pesca x Otros	0,81818	0,9384	16
	Artes De Pesca x Plasticos	1,3031	0,2621	2407
	Artes De Pesca x Traumatismo	1,5373	0,19	4834
	Enfermedad x Hidrocarburos	No test		
	Enfermedad x Indeterminada	3	0,1122	10
	Enfermedad x Otros	No test		
	Enfermedad x Plasticos	1	0,9361	2
	Enfermedad x Traumatismo	1,7321	0,3261	21
	Hidrocarburos x Indeterminada	0,98916	0,556	151
	Hidrocarburos x Otros	No test		
	Hidrocarburos x Plasticos	1	0,9446	2
	Hidrocarburos x Traumatismo	1,1531	0,3404	35
	Indeterminada x Otros	No test		
	Indeterminada x Plasticos	2,001	0,09	1953
	Indeterminada x Traumatismo	0,91619	0,7375	39
	Otros x Plasticos	1	0,9302	2
	Otros x Traumatismo	Denominator is 0		
Plasticos x Traumatismo	1	0,755	3	