
**ESTUDIO DE LA EXPORTACIÓN DE
BIOMASA ALGAL EN LAS COSTAS DE
TENERIFE (STUDY OF THE EXPORT OF
ALGAL BIOMASS ON THE COASTS OF
TENERIFE)**



EROS CABRERA GONZÁLEZ
GRADO EN BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
SEPTIEMBRE DE 2016

SOLICITUD DE DEFENSA Y EVALUACIÓN TRABAJO FIN DE GRADO Curso Académico: 2015/2016	ENTRADA Fecha: Núm:
--	--------------------------------------

Datos Personales

Nº DNI o pasaporte:	Nombre y Apellidos:
78586868 P	Eros Cabrera González
Teléfono:	Dirección de correo electrónico:
626 685 958	Sabannon12@hotmail.com

SOLICITA la defensa y evaluación del Trabajo Fin de Grado

TÍTULO

Estudio de la exportación de biomasa algal en las costas de Tenerife
--

Autorización para su depósito, defensa y evaluación

D./Dña.	José Carlos Hernández Pérez .
Profesor/a del Departamento de	Biología Animal, Edafología y Geología
y D./Dña.	Carlos Saugil Hernández
Profesor/a del Departamento de	Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal
autorizan al solicitante a presentar la Memoria del Trabajo Fin de Grado	
Fdo.:	Fdo.:

La Laguna, a 31 de Agosto de 2016

Firma del interesado/a

SR/A. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE GRADO DE LA FACULTAD DE BIOLOGÍA

Documentación a adjuntar:

- Un ejemplar en formato electrónico de la Memoria conforme a las normas de presentación establecidas en el Anexo I del Reglamento para la elaboración y defensa del TFG.
- Informe-evaluación de los tutores en sobre cerrado y firmado.

Ejemplar para la Secretaría

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Importancia de las algas en los ecosistemas marinos.....	1
1.2. Efecto búfer de las comunidades de algas frente al cambio climático.....	1
1.3. Importancia de los arribazones de algas.....	2
2. Materiales y métodos.....	3
2.1. Área de estudio y diseño experimental.....	3
2.2. Obtención de muestras.....	4
2.3. Pesaje.....	4
2.4. Identificación.....	5
2.5. Análisis estadístico.....	6
3. Resultados.....	7
4. Discusión.....	10
5. Conclusiones.....	11
6. Agradecimientos.....	12
7. Bibliografía.....	12

RESUMEN

La costa de Tenerife se encuentra sometida al oleaje de mar de fondo y el debido al viento, los cuales varían dependiendo de la localidad (orientación) y la época del año estudiada. Así pues, estos fenómenos ambientales afectan en diferente grado a las comunidades de algas submareales que son arrancadas y depositadas en las costas. Este estudio está centrado en determinar la cantidad de biomasa algal que llega a las costas de Tenerife y determinar el efecto de la localidad y el mes en su variación. Para ello se realizaron recolecciones de algas en cuatro playas de la Isla, dos en el sureste (Palm-Mar y La Jaca) y dos en el norte (Mesa del Mar y la Punta del Hidalgo) y durante cuatro meses consecutivos (marzo, abril, mayo y junio). En el laboratorio, se obtuvo el peso húmedo de las algas arribadas a costa y posteriormente el peso seco. Una vez hecho esto se calculó el promedio del peso seco de alga que llega a cada playa para generar una serie de análisis y gráficas con los que determinar la influencia de la localidad y el mes del año en su variación. El estudio concluyó que la exportación de biomasa depende de la localidad y el mes. Si bien, el mes de marzo presentó, por lo general, unos valores promedio más elevados de biomasa vegetal arribada a las costas.

Palabras clave: estacionalidad, exportación de biomasa algal, Tenerife, localidad.

ABSTRACT

The coast of Tenerife is subject to swell and swell due to wind, which vary depending on the location (orientation) and the time of year studied. So, these environmental phenomena affect different levels of subtidal communities that are uprooted and algae deposited on the coasts. This study is focused on determining the amount of biomass algal reaching the coast of Tenerife and determine the effect of location and month in its variation. For that, collections of algae were performed on four beaches on the island, two in the southeast (Palm-Mar and La Jaca) and two in the north (Mesa del Mar and Punta del Hidalgo) and for four consecutive months (March, April, May and June). In the laboratory, the wet weight of the algae arrived to coast and then the dry weight was obtained. Once this is done the average dry weight of alga that reaches each beach to generate a series of analyzes and graphs to determine the influence of the locality and month of the year in its variation was calculated. The study concluded that the export of biomass depends on the location and month. While March presented, generally, a higher average values of vegetable biomass arrived at the coast.

Keywords: export of algal biomass, location, season, Tenerife.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia de las algas en los ecosistemas marinos

Las algas constituyen parte esencial de los ecosistemas marinos y su importancia está en que son organismos fotosintéticos capaces de convertir la energía del sol en azúcares. La generación de esta materia prima se conoce como productividad primaria, medida que indica la cantidad de dióxido de carbono que toma el alga durante la fotosíntesis y convierte en biomasa durante un determinado tiempo (Luning 1990). Esta materia orgánica es la base de la cadena trófica marina.

Aunque las algas quedan restringidas a zonas de marea y zona bentónica fótica, contribuyen al 10% del total de la productividad marina (Seckbach, 2010). Las algas marinas son los principales generadores de hábitats que albergan una increíble biodiversidad, proporcionando comida y refugio para la vida marina (Graham, 2004). En los ecosistemas marinos, además de contribuir en la producción primaria, y generar hábitats, también participan en el reciclaje de nutrientes y en la producción de oxígeno. Esta contribución puede variar y está influenciada por las condiciones de luz y las características físico-químicas del agua, como temperatura, oxígeno, salinidad, nutrientes y pH, entre otros.

Sin embargo, y a pesar de que estas comunidades son uno de los principales ecosistemas costeros y tienen un papel ecológico muy importante actualmente están en serio declive por todo el mundo (Waycott et al. 2009). Los efectos de la contaminación antropogénica afectan a la calidad del agua y por ende la producción algal. En la mayoría de las algas, estos efectos provocan la disminución de la biomasa algal de aquellas especies no adaptadas a tolerar estas nuevas condiciones y por consiguiente hay una reducción de la productividad.

1.2. Efecto búfer de las comunidades de algas frente al cambio climático

Los océanos poseen un poder de absorción de CO₂ de casi un 50%, siendo grandes sumideros del exceso de CO₂ antropogénico (Sabine et al. 2004). Esta capacidad de buffer del aumento del CO₂ atmosférico la ejercen gracias a las comunidades vegetales que se desarrollan en los distintos ecosistemas marinos. Entre las comunidades más eficientes se encuentran los manglares y los fondos de fanerógamas. En el caso de las comunidades de macroalgas, han sido poco estudiadas pero se sabe que tienen también un papel clave como mitigadoras del cambio climático.

Los cambios en la temperatura global y en la química de los océanos asociados con el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero están ejerciendo un efecto

sobre los sistemas biológicos. La quema de combustibles fósiles y las actividades antropogénicas han provocado que la concentración de CO₂ en la atmósfera se incremente drásticamente en las últimas décadas (IPCC 2007, Dupont et al. 2012). Este exceso de CO₂ se disuelve en los océanos incrementando la concentración de iones H⁺, provocando la reducción del pH, produciéndose la acidificación del océano (Caldeira & Wickett, 2003; Orr et al. 2005, HallSpencer et al. 2008, Arnold et al. 2012). Se ha pronosticado para el año 2100 una disminución de entre 0.3 y 0.4 unidades de pH, teniendo esto importantes consecuencias sobre el clima global y los ecosistemas marinos (Dupont et al. 2012). Todo ello, unido a la evidencia de aumento de temperaturas (IPCC, 2007), hace pensar que los distintos estresores asociados al cambio climático pueden afectar a la vida marina.

1.3. Importancia de los arribazones de algas

Las grandes acumulaciones de algas y fanerógamas marinas en las orillas de las playas, arrojadas por el mar, se conocen como arribazones. Se tratan de fenómenos naturales causados generalmente por la acción del oleaje y los temporales en las zonas costeras. Esto suele favorecer al saneado de las poblaciones de algas, y actuar como barreras naturales contra la erosión marina, como dunas embrionarias, como aporte de materia orgánica y nutrientes a la flora y fauna autóctona.

En la actualidad, la recolección de estos acúmulos en las playas suele tener fines industriales (producción de agar, carragenatos y alginatos, alimento en el cultivo de *Haliotis*, fertilizantes, aislantes, etc.) o agropecuarios, y su retirada, en la mayoría de los casos, está más relacionada con fines turísticos y recreativos. La descomposición de estas grandes cantidades de material biológico puede afectar al uso recreativo de la playa, así como causar un mal aspecto y olor. Las quejas de turistas y usuarios, desconocedores de la importancia ecológica y medioambiental de los mismos, hacen inevitable su retirada y transporte a vertederos, para así garantizar las condiciones para el uso y disfrute de las playas.

Por otra parte, las algas juegan un papel muy importante en la biodiversidad de las costas, ya que como mencionamos anteriormente están presentes en la dieta de muchas especies costeras. En el mar, masas enteras de algas pueden ser arrancadas y circular por las corrientes oceánicas. Las algas a la deriva pueden viajar largas distancias desde su lugar de origen para servir de alimento en un ecosistema completamente diferente. Estos subsidios alimentarios son una de las muchas formas por las que aparentemente ecosistemas marinos separados están en realidad estrechamente conectados (Denny & Gaines, 2007).

Por ejemplo, algunas poblaciones de erizos de mar dependen completamente de las algas a la deriva. Aunque estos son móviles y aparentemente están bien protegidos de los depredadores, muchos prefieren que las algas vengan a ellos, en lugar de moverse para alimentarse. De esta forma, las algas a la deriva también pueden formar una parte importante de la dieta de otras especies marinas como son las lapas, que se libran así de competir por el alimento con otras especies (Denny & Gaines, 2007).

Por todo esto, los arribazones de algas tienen una importancia clave en los ecosistemas marinos, tanto por el aporte de materia orgánica y la conectividad entre sistemas, como por la pérdida de biomasa capaz de retener el carbono atmosférico. Así pues, tanto desde el punto de vista ecológico como biogeoquímico, conocer la dinámica de los arribazones es fundamental para conocer la exportación de biomasa algal en las costas de Tenerife.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio y diseño experimental

Este estudio se llevó a cabo mediante la recolección de arribazones de algas de cuatro playas de la isla de Tenerife (Fig. 1), durante los meses de marzo, abril, mayo y junio de 2016.

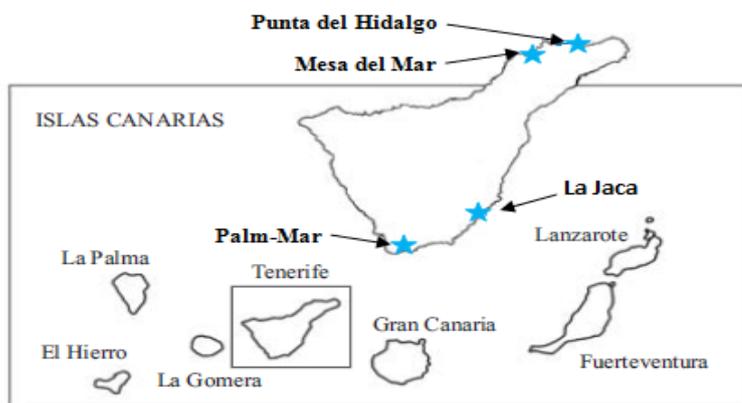


Figura 1.- Área de estudio y situación geográfica de las diferentes localidades: Punta del Hidalgo ($28^{\circ}34'05''$ N, $16^{\circ}19'56''$ W), Mesa del Mar ($28^{\circ}30'02,5''$ N, $16^{\circ}25'27,4''$ W), Palm-Mar ($28^{\circ}1'32,6''$ N, $16^{\circ}42'16,9''$ W) y La Jaca ($28^{\circ}7'14,6''$ N, $16^{\circ}27'46,6''$ W).

En la vertiente sur de la isla se estudiaron, La Jaca y Palm-Mar, mientras que en la cara norte se llevó a cabo en Mesa del Mar y La Punta del Hidalgo (Fig. 2). En todas las localidades se estableció el mismo diseño de muestreo. Se realizaron cuatro recolecciones en total en cada una de las playas, una recolección por mes.



Figura 2.- Playas del muestreo. Zona norte, superiores de izquierda a derecha: Mesa del Mar y Punta del Hidalgo. Zona sur, inferiores de izquierda a derecha: Palm-Mar y La Jaca.

2.2. Obtención de muestras

Para la toma de las muestras se seleccionaron tres zonas de la playa con presencia de arribazones que fueron muestreadas mediante un cuadrante de 50 x 50 cm para hacer la recogida de las algas. En estos cuadrantes se recolectó la totalidad de algas que contenía el cuadrante y se introdujeron en bolsas de plástico, etiquetadas con el nombre del recolector, lugar, fecha y número de réplica. Una vez obtenidas las muestras de cada una de las playas, fueron transportadas todavía húmedas al Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, situado en la Sección de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de La Laguna, para ser procesadas posteriormente en el laboratorio de invertebrados marinos.

2.3. Pesaje

Una vez el material fue procesado (limpieza de arena, piedras, plásticos, etc.) se procedió a realizar el pesaje húmedo. Cada réplica fue colocada sobre una bandeja de porexpán (corcho blanco) para llevarlas hasta la pesa, previamente tarada, donde se obtuvo el peso en gramos, este se anotó en una libreta con todos los datos de los muestreos (lugar, fecha, replica). A continuación, cada muestra se secó en una estufa a 60°C durante 24 horas. Una vez pasadas las 24h se tomó el peso seco (gr), mediante la misma metodología que para el húmedo. Para facilitar la comparación y el análisis de todos los datos obtenidos se elaboró una base de datos, que sirvió para generar una serie de tablas (Tabla 1) en las que se incluyó el promedio del peso seco (gr) y su desviación estándar (error) para cada playa y mes estudiados.

Tabla 1.- Valor promedio del peso seco y la desviación estándar para cada una de los diferentes meses y playas estudiadas. En negrita aparecen los máximos y mínimos de biomasa obtenidos durante el periodo de estudio.

La Jaca		
Mes	Promedio peso seco (24h estufa 60°C) (gr)	Desv. estándar de Peso seco (24h estufa 60°C) (gr)
marzo	16,80	5,00
abril	4,27	2,00
mayo	0,00	0,00
junio	16,87	3,48
Total general	9,48	8,30

Punta del Hidalgo		
Mes	Promedio peso seco (24h estufa 60°C) (gr)	Desv. estándar de Peso seco (24h estufa 60°C) (gr)
marzo	29,67	4,94
abril	32,07	1,89
mayo	27,60	8,72
junio	14,07	6,60
Total general	25,85	8,95

Palm-Mar		
Mes	Promedio peso seco (24h estufa 60°C) (gr)	Desv. estándar de Peso seco (24h estufa 60°C) (gr)
marzo	488,80	133,95
abril	58,00	2,50
mayo	14,07	1,45
junio	42,87	10,13
Total general	150,93	212,28

Mesa del Mar		
Mes	Promedio peso seco (24h estufa 60°C) (gr)	Desv. estándar de Peso seco (24h estufa 60°C) (gr)
marzo	87,93	37,60
abril	31,60	9,76
mayo	24,07	2,58
junio	23,93	9,22
Total general	41,88	32,75

2.4. Identificación

Para la identificación de las distintas especies de algas que se encontraron en los arribazones de cada playa primero se realizó una separación de estas y luego se colocaron en pequeñas placas de Petri etiquetadas. A continuación, se hidrataron con un poco de agua y haciendo uso dos guías de algas y plantas marinas (Fig. 3) se llevó a cabo la identificación de cada una de las especies recolectadas. De esta manera, se elaboró una lista (Tabla 2) en la que se muestran las diferentes especies de algas encontradas y se especificó cuál fue la más abundante en cada zona.

Tabla 2.- Listado de las especies de algas que aparecieron en los ambazonos de las distintas playas muestreadas. En negrita aparecen las especies más abundantes.

Playa	Especies
Palm-Mar	<i>Jania adhaerens</i> <i>Codium adhaerens</i> <i>Corallina elongata</i> <i>Halopteris scoparia</i>
La Jaca	<i>Centroceras clavulatum</i> <i>Jania adhaerens</i> <i>Spyridia hypnoides</i> <i>Pterocladia capillacea</i>
Mesa del Mar	<i>Styopodium zonale</i> <i>Zonaria tournefortii</i> <i>Taonia atomaria</i> <i>Cystoseira abies-marina</i>
Punta del Hidalgo	<i>Cystoseira abies-marina</i> <i>Sargassum sp.</i> <i>Sargassum desfontainesii</i>

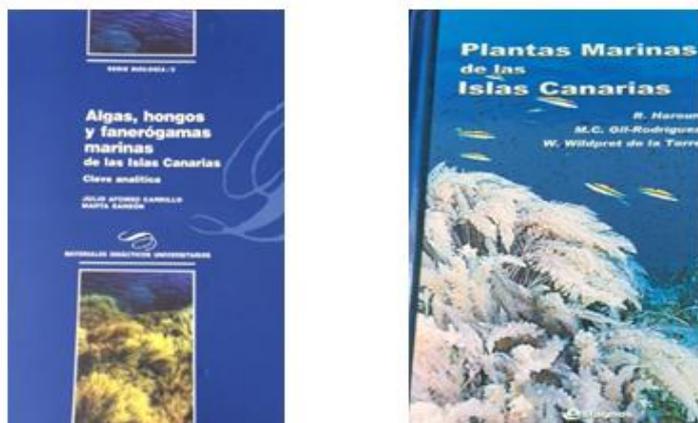


Figura 3.- Guías de algas. Se muestran las guías utilizadas para la identificación de las especies de algas. A la izquierda Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999); a la derecha Plantas Marinas de las Islas Canarias (Haroun et al. 2003).

2.5. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico PRIMER 6 & PERMANOVA + v.1.0.1. mediante un análisis univariante de la varianza por permutaciones (PERANOVA) (ANDERSON, 2001). Para ello, se utilizó un diseño de 2 vías considerando los factores: (1) Localidad (fijo y con cuatro niveles), (2) Meses del año (fijo y con cuatro

niveles). Se usaron las distancias euclídeas para el cálculo de la matriz triangular. Para aquellos factores que resultaron significativos se realizaron comparaciones por pares *a posteriori*. El análisis se llevó a cabo estableciendo un nivel de significación de $\alpha = 0,05$.

3. RESULTADOS

Con los valores obtenidos para el promedio del peso seco (gr) y su desviación estándar (error) de las cuatro playas, se elaboraron una serie de gráficas para cada una de las playas por separado (Fig. 4). En esta se puede observar como, en general es el mes de marzo el que presenta una mayor cantidad de biomasa y en los meses posteriores estos valores comienzan a descender en la mayor parte de las localidades, excepto en La Jaca donde el mes de Junio también presentó unos valores altos, si bien tenemos que señalar que éstas gráficas tienen escalas diferentes por lo que la contribución del mes de Junio en la Jaca es muy baja.

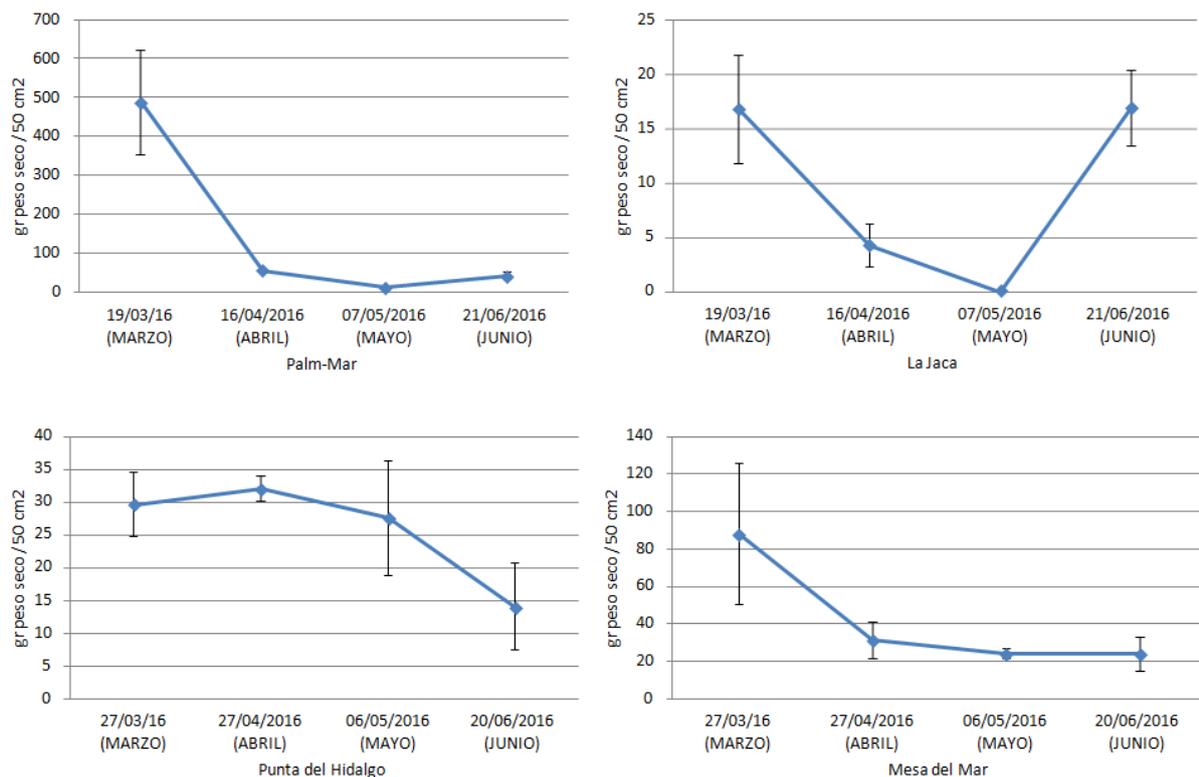


Figura 4.- Gráficas para cada una de las playas. Se representan los valores para el promedio del peso seco (gr) y su desviación estándar.

También se realizaron dos gráficas por pares para cada zona, una para la sur y otra para la norte de la isla (Fig. 5), con el fin de comparar las orientaciones. En la gráfica de la cara sur (Palm-Mar, La Jaca) se observa como la mayor exportación de biomasa se produce en la localidad del Palm-Mar en el mes de marzo, con un valor promedio aproximado a los 500 gr

de peso seco, en los meses posteriores este valor comienza a descender alcanzando sus valores más bajos en mayo, en torno a los 14 gr. Durante los meses de abril y junio los valores obtenidos son relativamente cercanos. En la localidad de La Jaca la cantidad de biomasa osciló en un rango de 0 a 17 gr. Es nuevamente en el mes de marzo y también en junio donde se registran los valores más altos, entorno a los 17 gr, mientras que en abril aparecieron 4 gr. En mayo la cantidad de exportación de algas en la costa fue cero. Para la costa norte, Mesa del Mar obtuvo valores altos de biomasa, sobre los 88 gr en el mes de marzo, sufriendo un descenso en los meses posteriores donde los valores se mantuvieron más o menos constantes entre los 32-24 gr. En el caso de la Punta del Hidalgo se obtuvieron valores muy parecidos entre los 32-27 gr durante los tres primeros meses y fue en junio donde estos disminuyeron llegando a los 14 gr (Fig. 5).

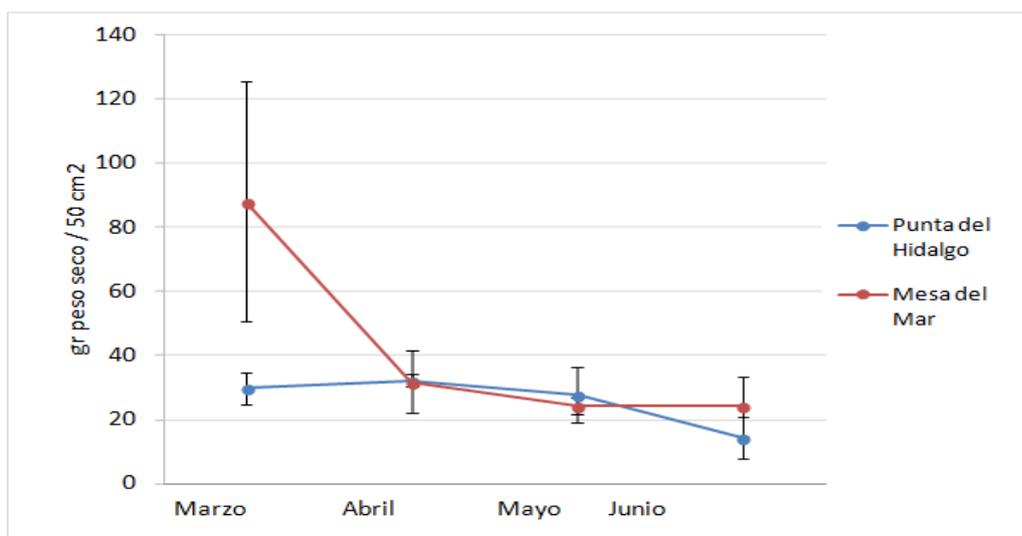
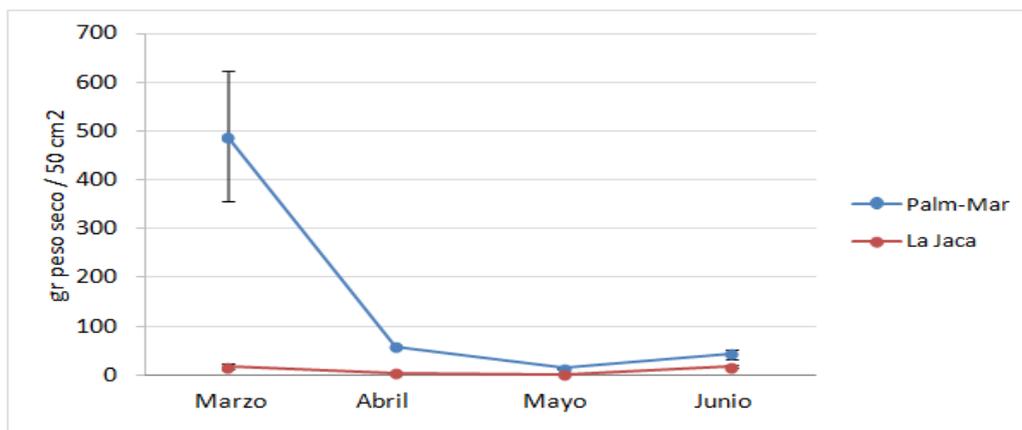


Figura 5.- Graficas zona norte (Mesa del Mar y Punta del Hidalgo) y zona sur de la isla (Palm-Mar y La Jaca). Se muestran los valores de: promedio del peso seco (gr) y su desviación estándar para cada una de las localidades y mes.

Según los datos obtenidos con el análisis estadístico se observó que existen diferencias significativas en la exportación de biomasa algal tanto para el factor localidad, como para el factor mes del año. Además, existe una interacción entre la localidad y la fecha de recolección por lo que la biomasa que arriba a las costas varía estacionalmente pero esta variación depende de la localidad (Tabla 3). El análisis *a posteriori* realizado para cada una de las playas por separado, mostró diferencias significativas en la cantidad de biomasa para todas las localidades, pero dependiendo de los meses: para Mesa del Mar encontramos solo diferencias significativas entre los meses de marzo-mayo y marzo-junio; en la Punta del Hidalgo aparecieron diferencias entre marzo-junio y abril-junio; en La Jaca se obtuvieron diferencias significativas entre todos los meses, menos entre marzo-junio; y en Palm-Mar también se obtuvieron diferencias entre todos los meses, excepto entre abril-junio (Tabla 4).

Tabla 3.- Resultados del análisis PERANOVA de 2 vías de "Localidad", "Mes del año" y sus interacciones para la variable estudiada: Exportación de biomasa algal.

	Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Exportación de biomasa algal	Localidad	3	1,47E+05	49121	39,608	0,0002	4981	0,0002
	Fecha	3	1,57E+05	52475	42,313	0,0002	4985	0,0002
	LocalidadxFecha	9	3,12E+05	34671	27,957	0,0002	4987	0,0002
	Res	32	39685	1240,2				
	Total	47	6,57E+05					

Tabla 4.- Análisis de datos a posteriori de las comparaciones por pares de los "Meses del año" dentro del factor "Localidad" (Palm-Mar, La Jaca, Mesa del Mar y Punta del Hidalgo), de la variable estudiada: Exportación de biomasa algal.

Within level 'Mesa del Mar' of factor 'Localidad'					
	Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Exportación de biomasa algal	marzo, abril	2,5114	0,1012	10	0,0654
	marzo, mayo	2,9348	0,1018	10	0,046
	marzo, junio	2,863	0,1044	10	0,045
	abril, mayo	1,2921	0,396	10	0,2762
	abril, junio	0,98874	0,2996	10	0,3812
	mayo, junio	2,41E-02	1	10	0,9798

Within level 'Punta del Hidalgo' of factor 'Localidad'					
	Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Exportación de biomasa algal	marzo, abril	0,78577	0,4896	7	0,477
	marzo, mayo	0,35729	0,7122	9	0,735
	marzo, junio	3,276	0,098	10	0,0342
	abril, mayo	0,8675	0,503	10	0,4292
	abril, junio	4,5386	0,1082	10	0,0124
	mayo, junio	2,1436	0,192	10	0,101

Within level 'Pal-Mar' of factor 'Localidad'					
	Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Exportación de biomasa algal	marzo, abril	5,5696	0,105	10	0,0032
	marzo, mayo	6,1383	0,1042	10	0,0042
	marzo, junio	5,7499	0,1014	10	0,0046
	abril, mayo	26,36	0,0988	10	0,0002
	abril, junio	2,5123	0,1084	10	0,061
	mayo, junio	4,8749	0,1062	10	0,0112

Within level 'La Jaca' of factor 'Localidad'					
	Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Exportación de biomasa algal	marzo, abril	4,033	0,1012	10	0,0146
	marzo, mayo	5,8244	0,098	4	0,0032
	marzo, junio	0,018969	1	10	0,9844
	abril, mayo	3,6889	0,0964	4	0,0204
	abril, junio	5,4379	0,0948	10	0,006
	mayo, junio	8,4007	0,0996	4	0,001

4. DISCUSIÓN

Este estudio demuestra que tanto la localización geográfica de las playas como la época del año van a influir en la cantidad de biomasa algal que llega a las costas de la isla de Tenerife. Sin embargo, hemos podido observar que existen algunas generalidades que determinan los valores más altos de biomasa vegetal arribada. Si bien, sería recomendable un estudio más detallado con un mayor número de playas muestreadas por orientación y durante un periodo más largo de tiempo para determinar con mayor exactitud qué factores están relacionados con una mayor exportación de biomasa y el efecto que tiene esta sobre las diferentes especies que allí habitan.

Hemos podido comprobar que son el Palm-Mar, en el sur, y Mesa del Mar, en el norte, las localidades que reciben un mayor aporte de biomasa algal. Esto puede ser debido a que la influencia de las tormentas de oleaje es más frecuente en estas localidades. En cuanto a la estacionalidad, en general es el mes de marzo en el que se recolectó más biomasa. Durante los meses más próximos a verano, mayo y junio, la presencia de arribazones, tanto en las playas en el sur como en el norte, fue menor. Las playas de la Jaca, en el sur, y de la Punta del Hidalgo, en el norte, son las que menor cantidad de materia vegetal presentaron. En relación a esto, un aspecto muy importante es el tipo de alga que conforma el arribazón. Por ejemplo, en la playa del Palm-Mar, que presento los valores más altos, es *Jania adherens* el alga dominante. Este alga presenta depósitos calcáreos en sus paredes celulares por lo que es comprensible los elevados valores de biomasa encontrados en esta localidad. Por otro lado, en el norte, en Mesa del Mar y La Punta del Hidalgo predominan algas no calcáreas de menor peso pudiendo ser éste uno de los motivos por los cuales, los pesos en estas áreas fueron menores a los obtenidos en la de Palm-Mar. Así mismo, otro dato a tener en cuenta es el tipo de playa, si se trata de una playa resguardada del oleaje, como es el caso de La Jaca es normal que los pesos de los arribazones recolectados fueran los más bajos de todos.

Por último, queremos señalar que a pesar de la importancia de estos arribazones en las costas de Canarias existe un gran desconocimiento de su dinámica. Actualmente se recogen grandes cantidades de algas en muchas playas de Tenerife, algo que también se conoce de otras playas de Canarias (Portillo, 2008). Sin embargo, estas recolecciones tienen que ver con los gustos de los bañistas y no se está teniendo en cuenta la importancia que estos depósitos naturales tienen para los ecosistemas litorales. Además, estas acciones de “limpieza” de las playas están mal pensadas puesto que las algas pueden tener muchos usos industriales que no se están teniendo en cuenta y se está desperdiciando una materia prima de alto valor. Por todo ello, habría que tomar medidas de conservación o utilización de los arribazones más inteligentes que las actuales.

5. CONCLUSIONES

A pesar de las variaciones destacamos las siguientes conclusiones:

1. Palm-Mar y Mesa del Mar son las localidades que reciben mayor aporte medio de biomasa algal.
2. En general el mes de marzo es en el que se recolecto más biomasa.

3. El conocimiento de la dinámica de los arribazones es muy importante para conocer el aporte de materia orgánica y la conectividad entre ecosistemas marinos, por lo que un estudio más detallado sería importante y recomendado.

6. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi tutor José Carlos Hernández Pérez todo el tiempo y dedicación que me ha prestado para la realización de este pequeño proyecto de investigación, que sin su colaboración no hubiera sido posible llevar a cabo. También dar las gracias al investigador Carlos Sangil Hernández por su ayuda en la identificación de las distintas especies de algas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, M. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46.
- ARNOLD T, MEALEY C, LEAHEY H, MILLER AW, HALL-SPENCER JM, MILAZZO M, MAERS K. 2012. Ocean Acidification and the Loss of Phenolic Substances in Marine Plants. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0035107>
- CALDEIRA, K. & WICKETT, E. 2003. Oceanography: Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature* 425: 365.
- DUPONT, S., KREMP, A., GODHE, A., EGARDT, J., SUIKKANEN, S., CASABIANCA, S., PENNA, A. 2012. Intraspecific variability in the response of bloom-forming marine microalgae to changed climate conditions. *Ecology and evolution*. 6:1195–1207.
- GRAHAM, M. H. 2004. Effects of local deforestation on the diversity and structure of Southern California giant kelp forest food webs. *Ecosystems*, 7:341–57.
- IPCC. 2007. Chapter 1: Historical Overview of Climate Change, in *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*. Cambridge U. Press, NY, pp. 93-127.
- LÜNING, K. 1991. Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 71: 246-246.
- MARTIN, S., METALPA, R. R., RANSOME E., ROWLEY, S., BUIA, M.C., GATTUSO, J., SPENCER, J. H., 2008. Effects of naturally acidified seawater on seagrass calcareous epibionts. *Biology letters*, 4: 689-692.
- ORR, J.C., FABRY, V.J., AUMONT, O., BOPP, L., DONEY, S.C., FEELY, R.A., GNANADESIKAN, A., GRUBER, N., ISHIDA, A., JOOS, F., KEY, R.M., LINDSAY, K., REIMER, E. M., MATEAR, R., MONFRAY, P., MOUCHET, A., NAJJAR, R. G., PLATTNER, G.K., RODGERS, K. B., SABINE, C. L., SARMIENTO, J.L., SCHLITZER, R., SLATER, R.D., TOTTERDELL, I. J., WEIRIG, M.F., YAMANAKA, Y. & YOOL A. 2005. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature* 437: 681-686.
- PORTILLO, E. 2008. Arribazones de algas y plantas marinas en Gran Canaria: característica, gestión y posibles usos. Instituto Tecnológico de Canarias. SA. Gran Canaria. 88 pp.
- SABINE, C.L., FEELY, R.A., GRUBER, N., KEY, R. M., LEE, K., BULLISTER, J. L., WANNINKHOF, R., WONG, C. S., WALLACE, D. W. R., TILBROOK, B., MILLERO, F. J., PENG, T. H., KOZYS, A., ONO, T. & RIOS, A. F. 2004. The Oceanic Sink for Anthropogenic CO₂. *Science*, 5682: 367-371.
- SECKBACH, J., EINAV, R., ISRAEL, A. 2010. Seaweeds and their Role in Globally Changing Environments. *Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*, 15: 3-17.
- WAYCOTT, M., DUARTE, C.M., CARRUTHERS, T.J., ORTH, R.J., DENNISON, W.C., OLYARNIK, S., CALLADINE, A., FOURQUREAN, J.W., HUGHES, A.R., KENDRICK, G.A., KENWORTHY, W.J., SHORT, F.T., WILLIAMS, S.L. 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106: 12377-12381.

Libros consultados:

- Afonso, J. & Sansón, M. 1999. Algas, hongos y fanerógamas marinas de las islas canarias: clave analítica. Universidad de la laguna, 254 pp. San Cristóbal de la laguna, España.
- Denny, M. & Gaines, S. 2007. Encyclopedia of Tidepools and Rocky Shores. *University of California Press*. 735 pp.
- Haroun R., Gil M.C., Wildpret W. 2003. Plantas marinas de las Islas Canarias. Esfagnos 319 pp. Talavera de la Reina, España.

Web consultadas:

1. <http://www.cienciacanaria.es/files/algas-y-plantas-marinas.pdf> [Fecha consulta 14 de Julio de 2016].
2. http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/10462/4/0684580_00000_0000.pdf [Fecha consulta 14 de Julio de 2016].
3. http://www.oag-fundacion.org/content/pdf/doc3/oceanografica2006_nuestro_mar_canario.pdf [Fecha consulta 14 de Julio de 2016].
4. <http://algabiomac.com/files/Evaluacio%CC%81n.pdf> [Fecha consulta 14 de Julio de 2016].