

# Estudio de la viabilidad del aprovechamiento de algas para la formulación de nuevos materiales

Máster en Tecnología y Procesos Industriales Avanzados Curso 2022/23

Autor: Pedro J Rodríguez Betancor Tutor 1: Antonio Nizado Benítez Vega Tutor 2: María Dolores Marrero Alemán



## INTRODUCCIÓN

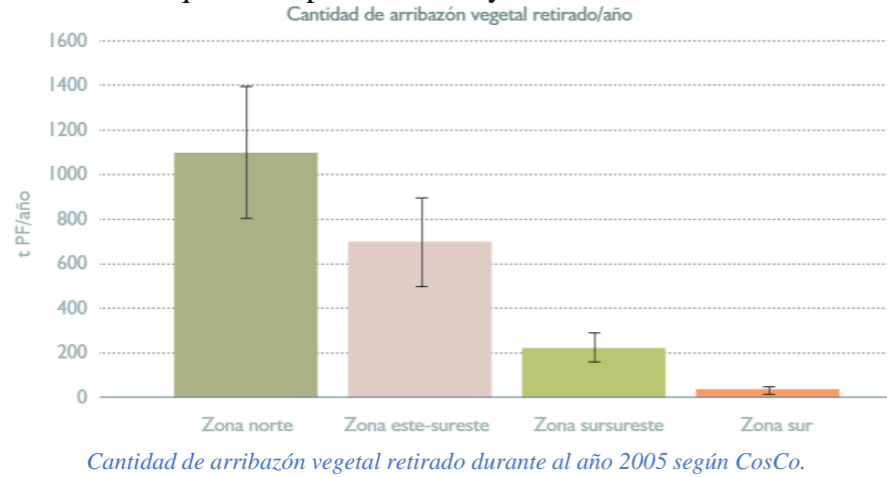
El oleaje y los temporales marítimos llevan consigo, entre otras cosas, el arranque y acumulación de algas marinas en las costas. Estas acumulaciones de algas se conocen como arribazones. Si bien estos fenómenos naturales son beneficiosos para las propias poblaciones de algas y para la fauna marina, no lo son para el sector turístico. Actualmente los arribazones en las costas canarias son recogidos y llevados a vertedero.

Por otro lado, en el sector de los plásticos se está constantemente buscando nuevos materiales más sostenibles y amigables con el medio ambiente. Una de las ventajas de los materiales plásticos es su versatilidad para combinarlos con otros materiales, por ejemplo, con fibra de vidrio. Sin embargo, esta unión plástico-fibra hace que el producto obtenido, una vez pierde su vida útil, sea difícilmente reciclable. En las últimas décadas se está potenciando el uso de materiales biodegradables y es en este sector en el que se pretende realizar este TFM.

## ARRIBAZÓN EN GRAN CANARIA

Principales áreas de incidencia de retirada de arribazones

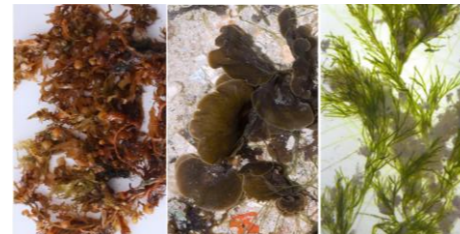
Según el Proyecto InterregIIIC-CosCo, la zona significativa es la zona norte que corresponde a la Playa de las Canteras.



Principales áreas de incidencia de retirada de arribazones en Gran Canaria según CosCo.

## Composición taxonómica de las algas en la playa de Las Canteras

Las especies de algas predominantes son *Sargassum Vulgare* (alga parda) y *Cladophora sp* (alga verde) en primavera y verano, y *Lobophora Variegata* (alga parda) en otoño e invierno. Además históricamente tiende a haber ciertas "invasiones" de algas, siendo la *Lobophora Variegata* la más común.



De izq a dcha.: *Sargassum Vulgare*, *Lobophora Variegata* y *Cladophora sp*.

## PREPARACIÓN DEL ARIBAZÓN

Para poder caracterizar y realizar las pruebas de composite el arribazón ha sido lavado y triturado. Se decidió trabajar el alga como relleno y no como fibra debido a que la composición química de su matriz así como las proporciones entre los constituyentes del alga varían mucho dentro de la especie por lo que utilizarlo como fibra no compensa según otros artículos.

### Muestras recogidas

Durante los meses fríos aprox el 95% de algas pertenecían a la especie *Lobophora*. A medida que se acercó el verano la cantidad de algas verdes aumentó. Por lo que se decidió diferenciar entre algas de Invierno y Verano.

Además de esta diferenciación se quiso comprobar si la cantidad de sales podría influir en la caracterización química.

### Molienda

Consiste en introducir el alga seca en la tolva para que entre al rotor donde, por acción de la fuerza centrífuga, las cuchillas pulverizan el alga hasta un tamaño de partícula <10,5 mm por el cual puede superar el tamiz hasta un depósito del cual se recoge.



Izq: Molino Retsch biometa ZM200 utilizado. Dcha: Alga en polvo.

## CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

	Algas Invierno 150,6 µS		Algas Invierno 7,95 µS		Algas Verano 8,07 µS	
%	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Humedad	11,48	0,14	13,92	0,23	8,91	0,13
Lignina Klason	34,47	1,83	28,24	0,50	18,60	1,46
Holocelulosa	55,81	2,87	48,70	2,34	44,98	0,79
Celulosa	41,90	0,71	40,29	0,60	27,16	1,08
Cenizas	14,87	0,39	22,15	1,03	41,56	0,75
Hemicelulosa	12,89	3,44	8,40	3,32	17,99	2,27

Resultados Caracterización.

## PREPARACIÓN DEL COMPOSITE

La matriz polimérica elegida fue el polietileno reciclado (PE.Re), un polímero termoplástico obtenido de residuos de embalajes flexibles y film agrícola. Se han elaborado composites al 20, 40 y 50% de algas.

### Elaboración de probetas:

Se han elaborado probetas para ensayos múltiples tipo A1 (moldeada por inyección) según la norma UNE-EN ISO 20753:2018 Plásticos. Probetas. Para ello se han realizado los siguientes mecanizados:

- Extrusión:** En el proceso de extrusión se suministra el mix de PE.Re-algas a su debida proporción (20,40y50%) a temperaturas altas donde se consigue fundir y mezclar saliendo el composite en forma de hilo. Dicho hilo se corta en una cortadora obteniendo granulos de composite.



Extrusor Process 11.



Hilo resultado de la extrusion



Gránulos de composite

- Moldeo por inyección:** consiste en la inyección a alta presión y temperatura de los granulos de composite en un molde ISO 20753 tipo A1 de dos cavidades, el cual proporciona las dimensiones de probetas para ensayos múltiples A1.



Inyectora de plástico eléctrica JSW 55T AD 60H



Molde y probeta resultante.

### Dimensiones de probetas:

Una vez obtenidas las probetas tipo A1, se debe tener en cuenta las dimensiones que requiere cada tipo de ensayo mecánico:

- Flexión UNE-EN ISO 178:2019 e Impacto Izod UNE-EN ISO 180:2019**
  - Anchura =  $10 \pm 0,2$  mm
  - Espesor recomendado =  $4 \pm 0,2$  mm
  - Longitud =  $80 \pm 2$  mm
- Tracción UNE-EN ISO 527-2:2012**
  - Anchura parte estrecha =  $10 \pm 0,2$  mm
  - Espesor recomendado =  $4 \pm 0,2$  mm
  - Longitud total = 170 mm
  - Longitud de la parte estrecha de caras paralelas =  $80 \pm 2$  mm



Tipos de Probetas para flexión e impacto Izod



Tipos de Probetas para tracción

## RESULTADOS PRUEBAS MECÁNICAS

Para cada ensayo se ha realizado un análisis estadístico que incluye un gráfico de cajas y bigotes para conocer como se distribuyen los datos, una prueba de Kruskal-Wallis para conocer si existe diferencias significativas entre algunos de los composites y el PE.Re, y un Test de Nemenyi para determinar qué composite es el que tiene dichas diferencias.

### Impacto Izod

La probeta, soportada en posición vertical, se rompe por una sola oscilación de un péndulo. La máquina registra la energía absorbida por la probeta en el impacto.

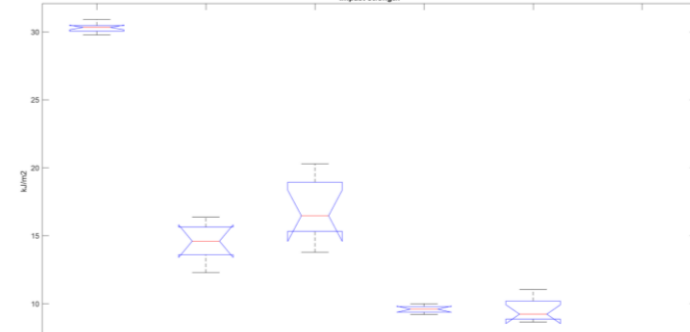


Gráfico de Cajas y Bigotes de resistencia a Impacto Izod.



Ensayo de Impacto Izod.

### Flexión:

El ensayo consiste en flexionar, con un elemento de carga a velocidad constante, una probeta que descansa sobre dos soportes.

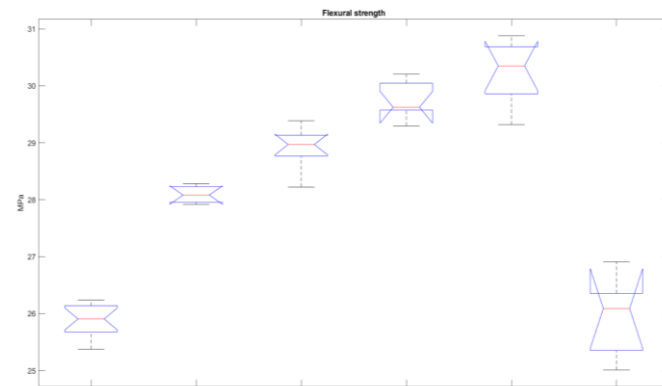
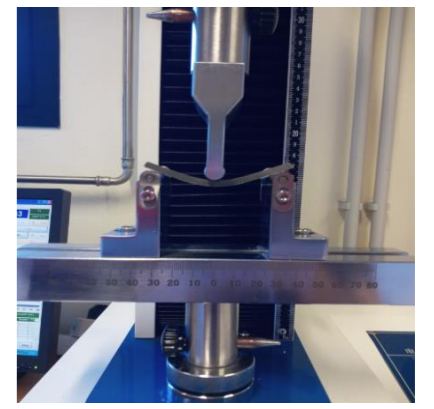


Gráfico de Cajas y Bigotes de tensión máxima en flexión.



Ensayo de Flexión.

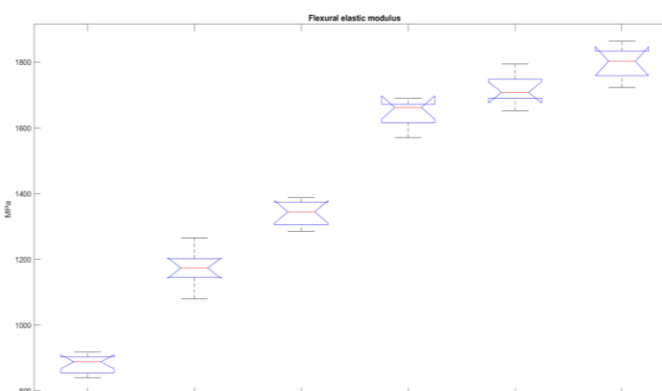


Gráfico de Cajas y Bigotes de módulo elástico en flexión.

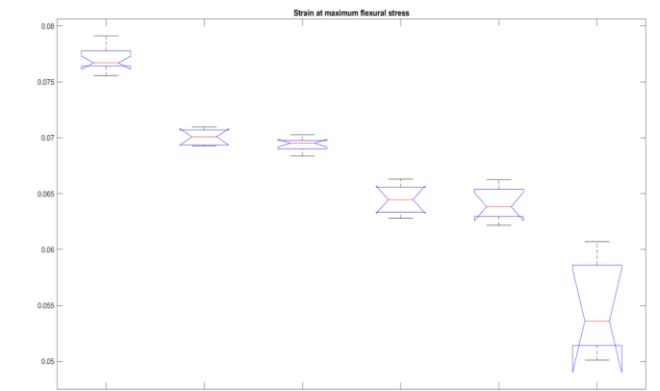


Gráfico de Cajas y Bigotes de deformación máxima en flexión.

### Tracción:

El ensayo consiste en someter la probeta a tracción a lo largo de su eje longitudinal a una velocidad constante hasta que rompa o hasta que el esfuerzo o la deformación alcance un valor predeterminado.

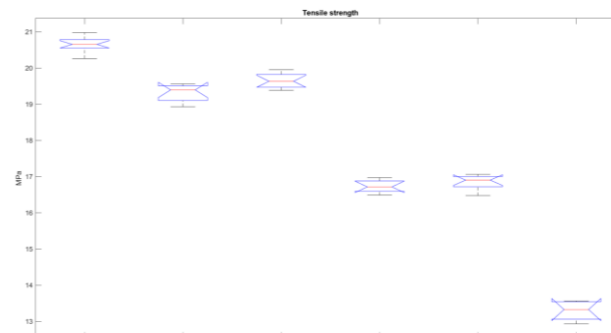


Gráfico de Cajas y Bigotes de tensión máxima en tracción.



Ensayo de Tracción.

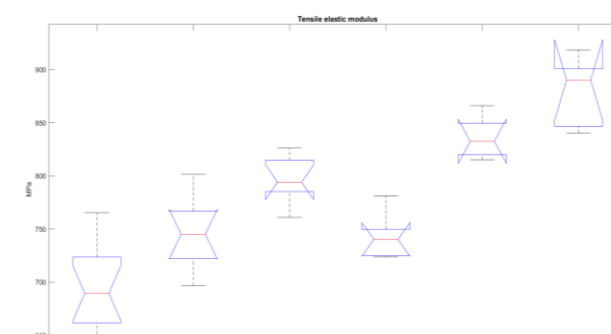


Gráfico de Cajas y Bigotes de módulo elástico en tracción.

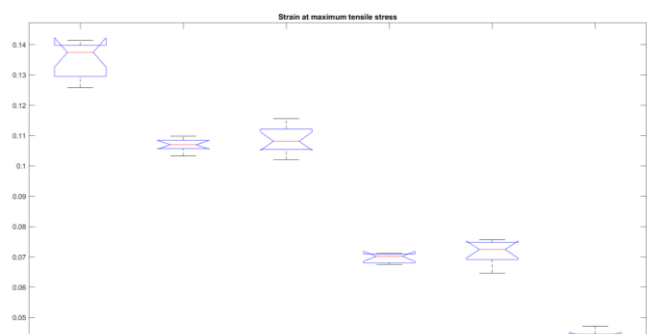


Gráfico de Cajas y Bigotes de deformación máxima en tracción.

## CONCLUSIONES

### Caracterización Química

Los resultados mostraron que no existe una evidencia clara de que la sal influya en los valores de la caracterización. Por lo que se puede sacar en claro que una diferencia de µS no es lo suficientemente influyente para una caracterización química de lignina Klason en algas. Además, se concluyó en que el método utilizado sobreestima el porcentaje de lignina que contienen las algas. Debido a los valores que aportan otros estudios con otro tipo de métodos de caracterización.

### Ensayos mecánicos

- Las propiedades mecánicas de los composites con algas como relleno no dependen de las estaciones por lo que no haría falta una diferenciación en el proceso de selección de algas a la hora de elaborar composites.
- Los composites de algas de entre 20 y 40% presentan mejores propiedades en flexión que el PE.Re sin algas por lo que se recomienda su uso en aplicaciones donde se requieran de esfuerzos de flexión.
- Los composites que presentaron valores estadísticamente significativos fueron los de 40%, no se recomienda superar este % debido a que las propiedades mecánicas del composite disminuyen considerablemente. A menos que su uso sea en aplicaciones que requieren poca actividad mecánica.
- Desde un punto de vista técnico, el uso de este residuo biodegradable generado por las mareas puede contribuir a que se requiera menos matriz polimérica en ciertas aplicaciones por lo que se revaloriza su uso sobretodo desde un punto de vista medioambiental