



E.2.1.1. ESPECIES DE INTERÉS Y ESTADO ACTUAL DE EXPLOTACIÓN EN GALICIA Y NORTE DE PORTUGAL

ALGALUP - Alternativa integral para la explotación de
macroalgas en la zona del Galicia y Portugal

0558_ALGALUP_6_E

Marzo 2020

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	1
1 EVALUACIÓN HISTÓRICA DE LA EXPLOTACIÓN DE MACROALGAS.....	1
1.1 Galicia	1
1.2 Portugal	2
2 ESTADO ACTUAL DE LA EXPLOTACIÓN DE MACROALGAS	5
2.1 Usos actuales y potenciales aplicaciones de las algas	5
2.2 Estadísticas de recogida de algas del medio natural.....	8
a. Galicia	8
b. Portugal	12
3 ESPECIES DE INTERÉS: USO Y POTENCIALIDADES.....	14
3.1 Especies objetivo del proyecto ALGALUP.....	15
4 ORDENACIÓN Y GESTIÓN DE LA EXPLOTACIÓN	21
4.1 Sistemas actuales de explotación	21
a. Galicia	21
b. Portugal	21
4.2 Marco legal de explotación	22
a. Galicia	22
b. Portugal	31
5 REFERENCIAS	34



1 EVALUACIÓN HISTÓRICA DE LA EXPLOTACIÓN DE MACROALGAS

1.1 Galicia

Las características propias de la costa de Galicia hacen que en sus ecosistemas marinos se encuentren un elevado número de taxones específicos e infraespecíficos como consecuencia de la diversidad de hábitats. Estudios previos realizados en Galicia han catalogado más de 600 especies diferentes de macroalgas, lo que supone el 85% de las registradas en la región templado-cálida del Atlántico Noreste (Bárbara et al., 2005). Esta importante riqueza específica y sus numerosas propiedades han convertido a las macroalgas en un recurso muy utilizado a lo largo de la historia. Las diferentes formas de aprovechamiento han ido evolucionando a medida que se descubrían nuevas aplicaciones y se iba desarrollando la tecnología necesaria para su explotación (García Tasende y Rodríguez González, 2003; Dosil Mancilla, 2007; García Tasende, 2010).

Tradicionalmente las algas de arribazón que aparecían sobre las playas, eran empleadas con fines agropecuarios, e incluso para consumo humano como complemento alimenticio en épocas de hambre. Su recolección era regulada en un ámbito local por bandos municipales o por el ministerio competente. Este uso se fue abandonando a medida que se desarrollaron fertilizantes químicos y piensos para la alimentación animal. En la actualidad, la recogida de arribazones está relacionada principalmente con la limpieza de las playas, regulada por la normativa de tratamiento de residuos orgánicos (García Tasende, 2010).

No fue hasta finales del siglo XIX, cuando se produjo el aprovechamiento industrial de las macroalgas para la obtención de compuestos como el yodo y la potasa utilizados por la industria militar y farmacéutica. Estas nuevas aplicaciones propiciaron el comienzo de la actividad extractiva, regulada de forma estatal por el Ministerio de la Marina y después el Ministerio de Comercio. Estos órganos administrativos eran los encargados de otorgar la concesión administrativa para la recogida, procesado y comercialización de macroalgas a las empresas procesadoras. En estas concesiones se regulaban las especies autorizadas, las zonas, períodos y horarios de actividad, así como el destino final de las macroalgas recolectadas.

A mediados del siglo XX, la extracción de ficocoloides se convirtió en la aplicación industrial más extendida y con mayor importancia comercial. Gracias a sus propiedades gelificantes, espesantes y estabilizantes los ficocoloides son utilizados en la industria alimentaria, farmacéutica, textil y papelera (McHugh, 2003; Bixler y Porse, 2011). Existen tres tipos principales de ficocoloides: alginatos (obtenidos a partir de algas pardas como *Laminariales* y *Fucus* spp.), agar-agar (extraído fundamentalmente de *Gelidium* spp. y *Gracilaria* spp.) y carrageninas (*Chondrus crispus*, *Gigartina* spp., *Mastocarpus stellatus*). Durante los años 60 en Galicia se establecieron 4 empresas: una de producción de agar-agar, dos de alginatos y una de carrageninas (Juanes y Sosa, 1998; García Tasende y Rodríguez González, 2003; Dosil Mancilla, 2007; García Tasende, 2010). El auge de la industria de ficocoloides incrementó la demanda de la materia prima entre los años 50 y 80, alcanzando sus valores más altos en los años 70, con 10.000 toneladas de peso fresco al año. A partir de los años 80, varios factores como el escaso desarrollo tecnológico de la recogida de algas y la ausencia de una gestión real de estos recursos, unido a los bajos precios, motivaron que la producción en Galicia



perdiera competitividad frente a otros países como Francia, Canadá o Noruega (Juanes y Sosa, 1998; García Tasende y Rodríguez González, 2003; Dosil Mancilla, 2007; García Tasende, 2010). Como resultado, las industrias gallegas dedicadas a la producción de agar-agar y alginatos abandonaron su actividad, manteniéndose activa únicamente una empresa dedicada a la producción de carrageninas (García Tasende y Rodríguez González, 2003).

A finales del siglo XX (años 90), se fomentó la explotación de algas para consumo humano en Galicia. Este aprovechamiento ha generado una nueva forma de explotación de las macroalgas marinas, ampliando el espectro de especies recolectadas y con una mayor especialización de los recolectores debido a las exigencias cualitativas requeridas por este sector (García Tasende y Rodríguez González, 2003; García Tasende, 2010). Las formas actuales de comercialización son diversas: en fresco, deshidratadas, en conserva, incorporadas a otros productos o trituradas para ser usadas como condimentos, entre otras.

1.2 Portugal

Los primeros registros de uso de algas comienzan en el siglo XIV, donde eran cosechadas en las playas en forma de arribazones, y utilizadas en el sector agrícola como fertilizantes. Sin embargo, a principios del siglo XX comenzaron a ser sustituidas por fertilizantes químicos, reduciéndose su explotación a pequeñas zonas del norte del país (Melo, 2002). A pesar de ello, a mediados del siglo XX, tras la segunda guerra mundial, la explotación de macroalgas se diversificó y comenzaron a extraerse para otros fines, destacando, entre otras la industria de los ficoloides, y con ella su explotación en países occidentales. Así pues, Portugal, dada la abundancia y la calidad de las algas, se convierte en uno de los países más relevantes de producción a nivel mundial. Esta industria se instaura en Portugal a principios de la década de 1940, con la cosecha manual del agarófito *Gelidium corneum*, que fue exportado hasta 1960, cuando se prohibió la exportación para impulsar la industria portuguesa del agar, coincidiendo en el tiempo con el comienzo de la recolección con buzos. La primera fábrica de agar en Portugal se construyó en 1947, y en 1971 ya había seis, cuatro en la zona continental y dos en las Azores, lo que hizo que Portugal se convirtiera en uno de los principales productores mundiales de agar (Pereira, 2010).

Aunque no es hasta 1967 (Decreto-ley 48008/1967) cuando se regulan las actividades y se establece mayor control en campañas de recolección, se definen zonas de cosecha y número de barcos y cosechadores en actividades extractivas. Sin embargo, contra todo pronóstico, la producción comenzó a disminuir y nunca volvió a resurgir, quedando actualmente solo una empresa en operativo, IBERAGAR S.A.

Actualmente ha aumentado de nuevo el interés de algunos agricultores por el uso de las algas como fertilizantes, ya que han demostrado conseguir unos mejores resultados en el cultivo de ciertas especies. En Portugal, el uso de algas como fertilizantes está restringida a la zona norte, en la zona de Povoia de Varzím y Viana de Castelo (Pereira., 2010). Las algas de interés utilizadas en esta actividad se agrupan normalmente en 2 mezclas, conocidas comúnmente como "moliço" y "sargaço".



- El "moliço" es una mezcla de algas y pastos marinos, recolectados en la laguna de Ría de Aveiro, formada principalmente por las algas *Ulva*, *Rhizoclonium* y *Gracilaria* y las angiospermas marinas *Zostera*, *Ruppia* y *Potamogeton*. La recolección de estas especies se realizaba de forma tradicional usando rastrillos manuales de los barcos conocidos como "moliceiros", especialmente diseñados para esto. Esta mezcla tuvo una gran importancia económica en el pasado, llegando a registrarse, en el año 1911, 1.500 embarcaciones con este fin. Sin embargo, ya a finales del siglo XX, quedaban solo entre 6 y 10, de las cuales hoy en día no queda ninguna en activo.
- Por otro lado, el "sargaço" es también una mezcla de diferentes especies, pero en este caso solo de algas, tales como: *Saccorhiza*, *Laminaria*, *Fucus*, *Codium*, *Palmaria palmata* y *Chondrus crispus*. El material se recoge de las playas durante el verano y se seca de forma natural en tierra, ya que se comercializa seco.



Figura 1. Recogida de Sargaço en la playa de Vila Chã, Portugal, observada durante las campañas de muestreos en Julio de 2016.

Aunque, dado que la venta del material suele ser directa a los agricultores, no hay datos de cosechas disponibles, se sabe que en 2009 había 15 recolectores de "sargaço" ("sargaceiros") registrados en Viana do Castelo y en 2013 un total de 20 en todo el país (Gaspar et al. 2019).

Actualmente, las principales algas recolectadas en Portugal con fines industriales son *G. corneum*, en la costa continental, *Pterocladia capillacea*, cosechada en las Islas Azores y, en menor medida, *Gracilaria* spp. *G. corneum* se cosecha en la bahía de São Martinho do Porto de forma manual, por buzos acompañados de embarcaciones especializadas para la actividad. La cosecha comercial de *P. capillacea* en las Azores fue llevada a cabo por buzos y buceadores (en aguas poco profundas), y complementada con la recolección de arribazones en playas después de las tormentas. Su cosecha estuvo paralizada durante años, pero en



2013 el Gobierno Regional de las Azores puso en marcha una iniciativa para revitalizar el sector y volvieron a explotarse nuevamente. Esta cosecha se lleva cabo actualmente en cuatro de las nueve islas del archipiélago, Islas Faial, Graciosa, Terceira y São Miguel y es vendida casi exclusivamente a dos empresas, IBERAGAR S.A. y Terceira Algae Export TAE Unipessoal, Lda (Gaspar et al. 2019).



2 ESTADO ACTUAL DE LA EXPLOTACIÓN DE MACROALGAS

2.1 Usos actuales y potenciales aplicaciones de las algas

Las algas tienen un amplio abanico de aplicaciones. Una misma especie puede tener, en sí misma, varios usos, en función de su abundancia, origen y zona geográfica donde sea explotada. Los países orientales gozan de una gran tradición y diversidad de usos, dominando sobre todo su empleo más o menos directo en la alimentación humana. De hecho, se estima que tres cuartas partes de las macroalgas extraídas y producidas a nivel mundial son dedicadas a alimentación humana. Sin embargo, los países occidentales, salvo raras excepciones, tienen una escasa cultura en el empleo de estos recursos, dominando con mucho el uso indirecto de los mismos para la extracción de coloides, de empleo generalizado en muy diversos productos, o para diversos usos agropecuarios. En los países europeos las macroalgas marinas siempre fueron recolectadas por las poblaciones costeras para usos esencialmente agrícolas.

En función de volumen de explotación, valor añadido, usos y propiedades podemos dividir las macroalgas marinas por un lado en aquellas de interés industrial, agropecuario o alimentario y, por otro, las que tienen interés en medicina, farmacia y salud. Otros usos de las macroalgas aún en desarrollo y orientados hacia la sostenibilidad ambiental de las actividades humanas son la producción de biogás o la evaluación y control de la calidad de las aguas costeras.

- Usos industriales

En la actualidad tienen especial interés industrial los diversos coloides que presentan muchas algas (ficocoloides). Entre ellos destacan los alginatos de algunos grupos de algas pardas, así como los agares y carrageninas propios de determinadas algas rojas.

Alginófitos: De manera genérica, los alginatos deben sus aplicaciones a la propiedad de que disueltos en muy pequeña cantidad tienen un gran poder espesante, gelificante, estabilizante y protector. El principal consumidor de alginatos es la industria textil (un 50% del total) seguido por la alimentaria (un 30%) y en menor medida por industrias dedicadas a la fabricación de papel, compuestos farmacéuticos, electrodos para soldadura, etc. En la industria textil se utilizan diversas sales del ácido alginico en la preparación de colorantes especiales para el estampado de tejidos, ya que aportan consistencia y evitan que éste se difumine. Existen unas 300 especies de algas en todo el mundo que pueden ser usadas como alginófitos. En las costas europeas, las principales materias primas son las especies de *Laminaria*, pero también se pueden obtener, en menor medida, a partir de *Saccorhiza polyschides*, *Ascophyllum nodosum* o de especies de *Fucus*, todas ellas presentes en las costas de Galicia y Portugal.

Agarófitos: aquellas especies de algas rojas que son ricas en agar. Los principales agarófitos explotados en las costas atlánticas europeas, incluido Portugal como se ha mencionado anteriormente, son las especies del género *Gelidium* (principalmente *G. sesquipedale*) y *Pterocladia capillacea*. El agar obtenido de *Gelidium sesquipedale* es uno de los ficocoloides más cotizados del mundo, debido a su gran calidad, relativa



escasez, a la dificultad de su recolección y a sus aplicaciones muy concretas. Otros agarófitos muy importantes en el ámbito mundial son *Gelidium amansii* y las especies de *Gracilaria*, en particular *G. gracilis*.

Carragenófitos: algas ricas en carrageninas, polisacáridos complejos presentes en la pared celular de ciertas algas rojas, concretamente en determinadas especies del orden Gigartinales y que suelen ser utilizados en forma de sales (carragenatos). Estas sustancias, como todos los ficocoloides, poseen propiedades espesantes, gelificantes y estabilizantes. El 80% de la producción de carragenatos tienen como fin la industria alimentaria, donde son utilizados como aditivos. Las primeras especies explotadas como carragenófitos a escala mundial fueron *Chondrus crispus* y *Mastocarpus stellatus*. En la península Ibérica, Galicia representa más del 90% de la producción nacional de carrageninas.

- Usos agropecuarios

Agricultura: uno de los usos más tradicionales que de ellas se ha hecho en las costas europeas, como se ha mencionado anteriormente, ha sido como abono para las tierras de cultivo. La aplicación de algas como *Fucus*, *Laminaria* o *Ascophyllum* a las tierras de cultivo supone un incremento en sales minerales (especialmente potasio) y oligoelementos, así como una mejora en la estructura del suelo debido al aporte de alginatos que actúan reteniendo agua, aumentando la cantidad de humus, facilitando la aireación y estabilizando el suelo.

Alimentación animal: las algas también se emplean desde antiguo como complemento en la dieta del ganado. Actualmente, *Palmaria palmata*, *Ascophyllum nodosum* y diversas especies de *Laminaria* y *Fucus* se usan para fabricar harinas que se incorporan a los piensos.

- Usos en alimentación humana

El consumo directo de algas en la alimentación humana está mucho más extendido en los países orientales que en los occidentales. En los últimos años en Galicia han surgido distintas empresas que están empezando a comercializar como “verduras marinas” ya casi una veintena de especies. Algunas de ellas como *Undaria pinnatifida* (“wakame”), especies de *Laminaria* y *Saccharina latissima* (distintos “kombu”), *Himanthalia elongata* (“espaguete o judía de mar), las especies de *Ulva* (“lechuga de mar”), *Porphyra* (“nori”) y *Chondrus crispus* (“musgo de Irlanda), pueden ser encontradas a la venta en forma de deshidratados en muchas tiendas especializadas e, incluso, en las grandes superficies comerciales. Otras muchas especies se comercializan en fresco, sobre todo en el sector de la restauración, o pasan a formar parte de distintas conservas o platos precocinados.

- Usos médicos y farmacológicos

Las macroalgas son una potencial fuente de diversos biomateriales utilizados en la industria farmacéutica (Azevedo 2016; Smitt 2004).

El agar, por ejemplo, es utilizado en la fabricación de comprimidos y capsulas, lubricantes quirúrgicos, y en varios tipos de emulsiones. Las algas pardas en general, ricas en yodo y en mucílagos, pueden actuar como anticelulítico, tienen efectos laxantes,



teniendo algunas propiedades antiinflamatorias y antirreumáticas. Los **carragenatos** obtenidos a partir de especies como *Chondrus crispus* poseen propiedades antiviricas, antiinflamatorias, mucoprotectoras y lubricantes, además, tienen efecto hipotensivo y actividad anticoagulante (Campo et al. 2009). Otros compuestos como los **alginatos** obtenidos a partir de diferentes especies de *Laminariales* se emplean para combatir la hipertensión arterial, y también son utilizados como cicatrizantes (De Jesús Raposo et al. 2015; Laurienzo 2010). Algas rojas como *Chondrus*, *Gelidium* o *Pterocladia*, se han usado tradicionalmente para combatir dolores de estómago, estreñimiento o úlceras; mientras que algunas algas verdes poseen actividad astringente (*Ulva*) o vermífuga (*Codium*). Recientemente se están empleando diversas especies de macroalgas para combatir el colesterol. Esto es debido a su elevado contenido en fibra rica en **alginatos y carrageninas** que reducen el tiempo de tránsito intestinal de los alimentos, inhibiendo la absorción de ácidos biliares y colesterol. Además de estas fibras, muchas algas contienen también **ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga y aminoácidos** como la taurina, moléculas con efecto contra la arteriosclerosis por rebajar las tasas de colesterol en sangre (Noda et al. 1993). Recientes estudios han mostrado también que algunos compuestos extraídos de las macroalgas como los **polisacáridos sulfatados (carrageninas y ulvanos)** tienen, entre otros muchos, efecto hipoglucemiante, por lo que su consumo puede ser de ayuda en las personas con diabetes adquirida (Jímenez-Escrig et al. 2011).

- Otros usos

Existe una amplia variedad de usos que en la actualidad se dan a las macroalgas, en muchos casos en procesos industriales, como la producción de papel y cartón. Otra importante aplicación que está siendo estudiada es la obtención de biogás (metano) a partir de la fermentación anaeróbica de diversas algas marinas, a partir de arribazones masivos de algas o procedentes de la limpieza de playas.

En el sector acuícola las macroalgas son cada vez más utilizadas, tanto en forma de harina como ingrediente de alimentos para peces, crustáceos o moluscos cultivados, o en la obtención de productos zosanitarios (Islam et al. 2016).

Desde el punto de vista ambiental, hay que destacar el uso potencial de las macroalgas en la depuración de las aguas residuales. De forma experimental se están utilizando algas marinas como filtros vivos (biofiltros), que atrapan el exceso de nutrientes de los efluentes de plantas de cultivo de peces o moluscos antes de ser vertidos al mar. Otra de las aplicaciones de las macroalgas con mayor proyección de futuro es su papel en el desarrollo de sistemas de acuicultura multitrofica integrada (IMTA), donde las algas, como productores primarios y parte de la acuicultura de extracción inorgánica, son las únicas capaces de cerrar el ciclo de los nutrientes en los sistemas de acuicultura con enfoque ecosistémico, al capturar los nutrientes inorgánicos –amonio y fosfato– excretados por los animales. Además, las macroalgas pueden ser también usadas como especies indicadoras de la calidad ambiental (bioindicadores).



2.2 Estadísticas de recogida de algas del medio natural

La fuente principal de biomasa de macroalgas en Galicia y Portugal es la obtenida por extracción directa del medio natural, quedando relegado el cultivo de macroalgas a un papel secundario. En el caso de España, los datos disponibles indican que tan solo unas 40 t/año proceden de la acuicultura con destino a la alimentación humana, en comparación con las 12.000 t/año de macroalgas recolectadas directamente del medio natural (APROMAR 2014).

En Galicia el cultivo de macroalgas se reduce al realizado por la empresa Porto-Muiños S.L. en colaboración con el Instituto Español de oceanografía (IEO), en el que se producen a escala industrial algas alimentarias (*Undaria pinnatifida*) mediante técnicas de cultivo en mar. Actualmente, el cultivo de macroalgas está aumentando su interés en el campo de la acuicultura de enfoque ecosistémico, en particular en lo que se denomina AMTI (Acuicultura Multitrófica Integrada). En los últimos años se han llevado a cabo varios proyectos en los que ha participado la administración gallega, dejando claro que este tipo de técnicas son una de las opciones más prometedoras de desarrollo sostenible de la acuicultura.

En Portugal, se cuenta con una larga tradición de utilización de algas marinas para uso como fertilizantes naturales en campos de cultivo, en el litoral norte principalmente, entre el río Ave y río Minho, recogidas con marea baja por pescadores de tierra, labradores-sargaceiros de Apúlia y de otras tierras del litoral minhoto. El desarrollo de esta actividad llevó consigo la publicación, en 1909, de la regulación “Apanha de Vegetais Marítimos na Costa de Portugal (Portaria de 19 de Janeiro), actualizado y revisto en 1934 (Decreto-Lei nº 23 924 de 29 de Maio) (Melo 2002). Como referentes de cultivo de macroalgas en Portugal, se encuentra la empresa ALGAPLUS, que se encarga desde el 2012, al cultivo controlado y sustentable de algas marinas autóctonas de la costa del Atlántico. Su producción incluye el cultivo de *Porphyra* spp. con escala comercial, dentro de una perspectiva de bio economía circular azul, apostando además por la integración de una acuicultura de peces con certificación biológica en todo el proceso.

a. Galicia

Los datos de cantidad de macroalgas descargadas, así como su importe en primera venta se han recopilado a partir de la base de datos gestionada por la Consellería do Mar de la Xunta de Galicia que detalla dicha información en la Plataforma Tecnológica da Pesca. Según esta fuente, si observamos la serie histórica 2004-2020, la comercialización de macroalgas se mantiene estable en los últimos años (2015-2019) con un promedio de 412 ± 29 toneladas de algas descargadas y unos ingresos medios anuales de 292.175 € obtenidos en las ventas de este recurso (Figura 2). Los periodos de mayor incremento registrados hasta la fecha ocurrieron en los años 2012 y 2015 con un 142 y 552% de incremento en la cantidad de algas vendidas en las lonjas respecto a los años anteriores. Según la fuente consultada las especies de algas comercializadas en Galicia son 12 (Tabla 1).



Tabla 1. Listado con los nombres comunes y científicos de las 12 especies de macroalgas de las que existen registro de descargas en las lonjas de Galicia en el periodo 1997 – 2020. Fuente <https://www.pescadegalicia.gal/>

Nombre común	Nombre científico
Algas verdes	Chlorophyceae
Algas rojas	Rhodophyceae
Argazo	Laminariaceae
Argazo bravo	<i>Saccorhiza polyschides</i>
Buche bravo	<i>Ascophyllum nodosum</i>
Carrapicho	<i>Chondrus crispus</i>
Carrameiro	<i>Gelidium</i> spp.
Correa	<i>Himanthalia elongata</i>
Fideo de mar	<i>Codium tomentosum</i>
Fucus	<i>Fucus vesiculosus</i>
Golfo	<i>Undaria pinnatifida</i>
Touca	<i>Porphyra</i> spp.

Los datos disponibles de los primeros seis meses del año 2020 (enero-junio) indican que la cantidad de macroalgas subastadas fue de 250,8 toneladas, lo que representa una disminución del 25% respecto a los primeros seis meses del año 2019.

En el pasado ejercicio 2019 se descargaron en las lonjas de la comunidad gallega 405 toneladas de algas por las 422 toneladas vendidas en 2018, año en el que la variedad de especies fue la más alta de la serie 2004-2020, con 9 especies de algas subastadas. Del total recolectado el 52% correspondió a la especie *Undaria pinnatifida*, mientras que especies como *correa* (*Himanthalia elongata*), *argazo* (Laminariaceae) y *algas verdes* representaron un 10, 15 y 16% de las cantidades recogidas, respectivamente. Especies como el *Codium* spp. o *fideo de mar* tan solo representó el 4% del total de macroalgas recogidas. Hay que destacar que no es hasta el año 2017 cuando la venta de *Codium* spp. comienza a ser significativa recogándose un total de 6 toneladas, y que no fue hasta el año 2018 cuando estos valores alcanzaron sus máximos históricos incrementando un 300% hasta las 18 toneladas recogidas, con un valor de 18.000 €. El valor de mercado del total de las macroalgas descargadas en el año 2019 ascendió a los 336.500 € (Figura 5). Durante este año los precios medios oscilaron entre los 1,25 €/kilo de *Chondrus crispus* y los 0,52 de *Himanthalia elongata*.

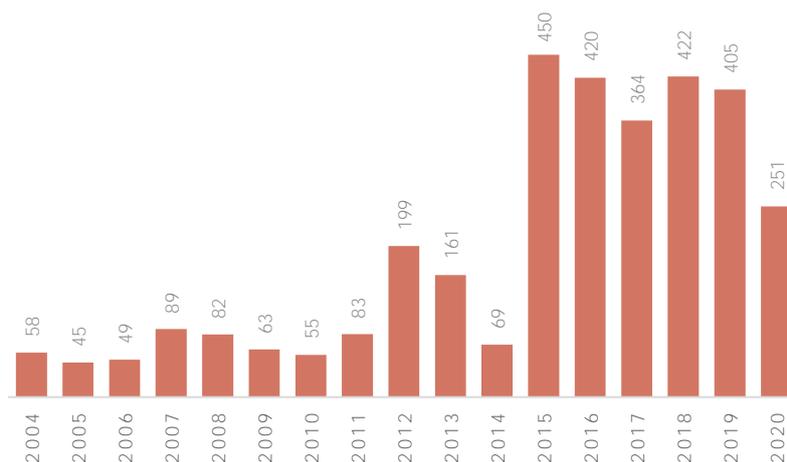


Figura 2. Cantidad total de algas (toneladas) descargadas en las lonjas de Galicia en el periodo de años 2004-2020 (* los datos de 2020 hacen referencia a los seis primeros meses del año). Fuente: <https://www.pescadegalicia.gal/>

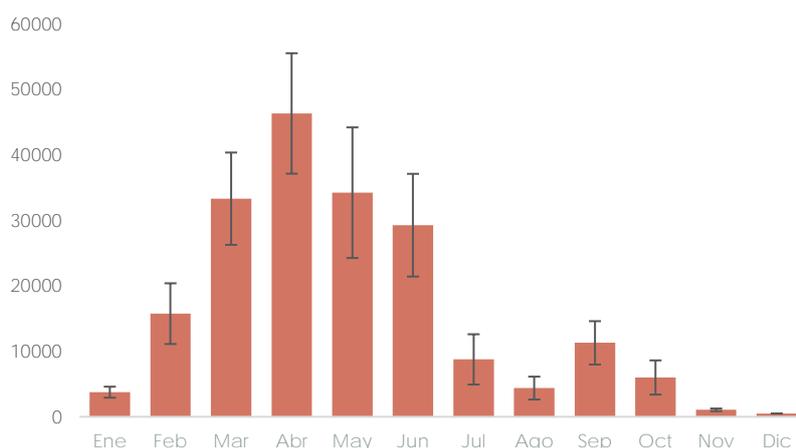


Figura 3. Promedio mensual de la cantidad total de algas (toneladas) descargadas en las lonjas de Galicia en el periodo 2004-2020 (* los datos de 2020 hacen referencia a los seis primeros meses del año). Fuente: <https://www.pescadegalicia.gal/>

Los valores promedio de algas descargadas en las lonjas indican que el periodo donde se recogen la mayor cantidad de algas es de marzo a junio, mientras que los mínimos se recogen en los meses de noviembre y diciembre (ver Figura 3).

Las lonjas de Galicia ingresaron el pasado año 2019 un total de 336.500 € por la subasta de varias especies de algas, un crecimiento de un 1,12 % en comparación con las cifras alcanzadas en 2018, cuando los centros de primera venta gallegos facturaron 332.758 € por la venta de algas. Para los primeros seis meses del año 2020 los datos de facturación alcanzaron los 209.465 € por las 251 toneladas descargadas hasta la fecha en las lonjas gallegas.



El golfo o *Undaria pinnatifida* fue la especie más vendida en toda la serie histórica (2004-2020), representando el 54 % de los ingresos generados frente al 20 % y 10 % del *argazo* y las algas verdes, correspondientemente (Figura 4). Durante el año 2019 *U. pinnatifida* fue la especie más vendida con 209 toneladas subastadas por las 201 toneladas del 2018. Los ingresos generados por esta especie también se incrementaron, ingresando 187.525 € por los 181.426 € del anterior ejercicio. El *argazo* (*Laminariaceae*), del que se comercializaron un 42 % menos de toneladas en 2019 (63 frente a las 108 de un año antes), fue la segunda especie más subastada en las lonjas gallegas y supuso unos ingresos anuales de 38.074 €, un descenso del 37 % con respecto a las cifras alcanzadas en 2018, con un total de 60.151 €.

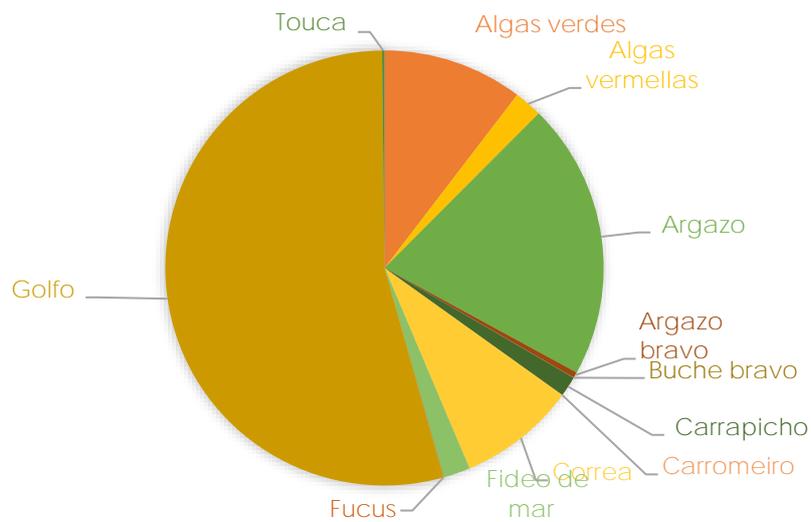


Figura 4. Contribución relativa de cada especie a los ingresos generados por las subastas de macroalgas en las lonjas gallegas en el periodo 2004-2020 Fuente <https://www.pescadegalicia.gal>

Además de las ya citadas *golfo* y *argazo*, a lo largo del año 2019 y los primeros seis meses del año 2020 se han comercializado en los centros de primera venta gallegos diversas cantidades de algas verdes, *correa*, *fideo de mar*, algas rojas, *argazo bravo* y *carrapicho*. El precio medio que alcanzaron las especies subastadas no llegaron al euro por kilo. Las únicas que superaron esta cifra fueron el *carrapicho* y el *fideo de mar*, ya que su cotización fue de 1,25 y 1,07 €/kg, respectivamente.

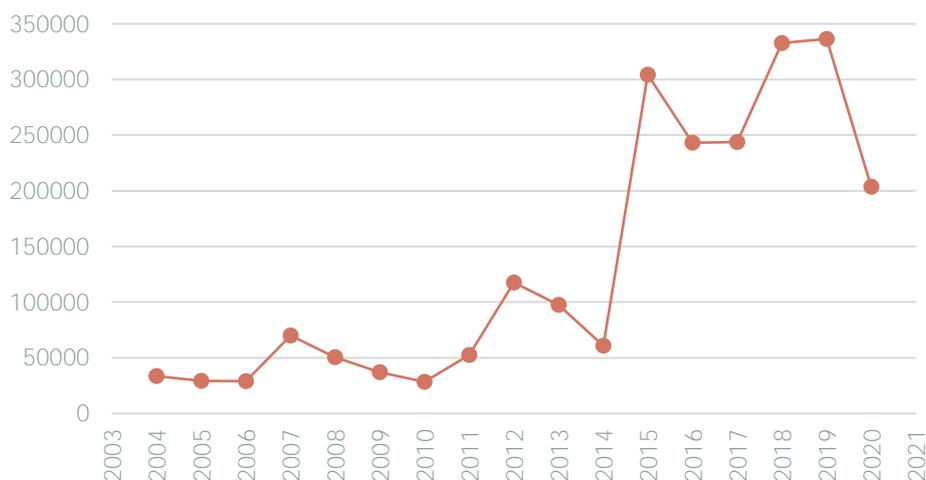


Figura 5. Evolución de los ingresos generados en las lonjas de Galicia por la subasta de macroalgas en el periodo 2004-2020 (datos de 2020 correspondientes a los seis primeros meses del año) Fuente <https://www.pescadegalicia.gal>

b. Portugal

Siguiendo los datos publicados por la Direcção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Recursos Marítimos (DGRM) en los boletines de Recursos de Pesca, la recogida de algas registrada desde 2000 hasta 2018, muestra una actividad extractiva mayor en algas agarófitas frente a carragenófitas. Esta actividad se encuentra documentada en zonas continentales de Portugal (6 zonas geográficas) y las Açores, siendo las zonas equivalentes a la parte más al norte de Portugal, la zona 1 (Foz Rio Miño hasta N. Estela) y la zona 2 (=Sul da Estela até N. da foz Rio Mondego). Sin embargo, no se encontraron registros de recogida de algas en la zona 2 en ninguno de los años.

La recogida de algas carragenófitas registrada en los años 2000, 2001, 2003 y 2004 llegó a un máximo de recogida de 19 toneladas/año, mientras que las agarófitas sólo alcanzaron en 2003 0,4 toneladas. Con respecto al valor económico, las algas carragenófitas tuvieron más inestabilidad a lo largo de los años, con fluctuaciones de 1,1 a 0,44 €/kg. Las agarófitas, sólo presentaron el valor de 1,05 €/kg.



Estos datos pueden mostrar que la actividad recolectora de macroalgas en el norte de Portugal parece baja en comparación con la zona sur.

Tabla 2: Extracción total (toneladas peso seco/año) y valorización anual (€/kg) de carragenófitas y agarófitas en el norte de Portugal. (Zona 1 = Foz Rio Minho hasta N. Estela). Los datos fueron recogidos de publicaciones de Recursos de Pesca de Direcção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Recursos Maritimos (DGRM).

	Año	t / año	€ / año
Carragenófitas	2000	19.0	0.70
	2001	10.2	0.91
	2003	14.2	1.10
	2004	10.6	0.44
Agarófitas	2003	0.4	1.05



3 ESPECIES DE INTERÉS: USO Y POTENCIALIDADES

Teniendo en cuenta los criterios generales y específicos para la explotación de macroalgas, puede realizarse una clasificación de las diferentes especies en varios grupos según su tipo más adecuado de gestión. La pertenencia de las distintas especies a uno u otro grupo puede variar en alguna medida en función de la región que consideremos. La propuesta para Galicia, que es sin duda una región en la que existe una importante demanda cualitativa y cuantitativa de explotación de macroalgas marinas sería:

Macroalgas no explotables

Especies que, por su importancia ecológica, rareza o interés biogeográfico, no debería ser autorizada su explotación salvo en casos muy concretos (p. ej. formar parte del fouling). Ejemplos de estas especies en Galicia son: *Fucus serratus*, maërl (varias especies de algas rojas calcáreas), *Palmaria palmata* y *Saccharina latissima*.

Macroalgas de explotación regulada

Especies que requieren unas prácticas de explotación reguladas, con el establecimiento de tallas mínimas, cupos y métodos concretos de recolección. Dentro de estas especies podemos encontrar especies de uso principalmente alimentario o que tienen aplicación como fuente de compuestos bioactivos empleados sobre todo en nutracéutica, cosmética, medicina y talasoterapia. Se trata en todos los casos de macroalgas pardas de estructura compleja pertenecientes a los órdenes Fucales (*Ascophyllum nodosum*, *Bifurcaria bifurcata*, *Cystoseira* spp., *Fucus* spp., *Himanthalia elongata*, *Pelvetia canaliculata*), Laminariales (*Laminaria hyperborea*, *L. ochroleuca*, *Undaria pinnatifida*) y Tilopteridales (*Saccorhiza polyschides*).

Macroalgas alimentarias de explotación supervisada

Especies, o fases de desarrollo de especies, de uso principalmente alimentario que por ser efímeras, no esenciales en la formación de hábitats o alóctonas perniciosas pueden ser recolectadas en las cantidades que se considere oportuno mediante técnicas que no tengan impacto ni sobre el medio ni en su desarrollo futuro (en el caso que no se pretenda su erradicación): *Asparagopsis* spp., *Chondracanthus* spp., *Dilsea carnosa*, *Dumontia contorta*, *Gracilaria* spp., *Grateloupia* spp., *Nemalion helminoides*, *Osmundea pinnatifida*, *Porphyra* spp., *Codium* spp., *Ulva* spp., *Sargassum muticum*.

Materias primas para la obtención de ficocoloides

Algas rojas (carragenófitos y agarófitos) que por tener unos métodos de recolección y destino de la producción muy determinados y de gran tradición sólo se plantean algunas ideas y consideraciones sobre el futuro de su explotación: *Chondrus crispus*, *Gigartina pistillata*, *Mastocarpus stellatus*, *Gelidium corneum*, *Pterocladia capillacea*



3.1 Especies objetivo del proyecto ALGALUP

En las costas de Galicia y Norte de Portugal existe una amplia diversidad de especies de macroalgas, asociado a las condiciones biogeográficas particulares y la diversidad de hábitat que se encuentran en estas costas; lo que convierte ambas zonas en importantes productores primarios del litoral Atlántico (Melo 2018; Veloso-Gomes et al. 2004). La importancia de las macroalgas en la formación y funcionamiento de los ecosistemas marinos hace necesario protegerlos, gestionando su explotación de manera sostenible y promoviendo su cultivo (García Tasende and Peteiro 2015).

De la gran diversidad de macroalgas descrita en las costas de Galicia y Norte de Portugal (Bárbara et al. 2005; Araujo et al. 2009) fueron seleccionadas seis especies representativas de ambas zonas geográficas debido a su abundancia y potencial valor comercial: *Osmundea pinnatifida*, *Codium* spp., *Chondrus crispus*, *Chondracantus acicularis*, *Mastocarpus stellatus* y *Laminaria ochroleuca*. Dichas especies serán objeto de estudio en las diferentes actividades desarrolladas en el marco del proyecto ALGALUP, con el objetivo de aumentar el conocimiento sobre el estado actual de sus comunidades, implementar un sistema de explotación sostenible de los bancos naturales y fomentar la investigación en las diferentes etapas de cultivo de dichas especies. Además, se investigarán nuevas alternativas de aprovechamiento de los compuestos, extractos y bioactivos contenidos en estas macroalgas.

Osmundea pinnatifida (Hudson) Stackhouse

Esta especie conocida como “pimienta de mar” alcanza sus valores máximos de biomasa desde finales del otoño hasta mediados de primavera, quedando reducida en la época estival únicamente a sus ejes rastreros que encontraremos protegidos en las grietas de rocas o bajo los sedimentos ya que es muy sensible a la insolación. Aunque está presente en gran parte del litoral peninsular solo alcanza el tamaño y la abundancia necesaria para ser explotable en el litoral de Galicia y occidente de Asturias. Es una especie que forma densas poblaciones sobre las rocas del litoral superior en localidades semiprotegidas y/o semiexpuestas al oleaje (Figura 6).



Figura 6. Fotografías de ejemplares de *Osmundea pinnatifida* tomadas en los intermareales de la costa de Galicia (izquierda) y Portugal (derecha) durante las campañas de muestreo realizadas en el marco del proyecto ALGALUP.



Para que su recolección sea sostenible hay que extraerla por simple arranque manual de las frondes mayores de forma que no dañe los ejes basales. Se trata de un recurso que solo se puede comercializar en fresco porque seco pierde la mayoría de las cualidades organolépticas que le confieren valor, sobre todo su sabor picante, por lo que es un recurso del que sería muy interesante desarrollar su técnica de cultivo.

Codium spp.

Codium conocido como “fideo”, “ramo” o “ramillo” de mar, “carrasca brava” o “percebe de pobre” se trata de un género cosmopolita en mares cálidos y templados cuyo uso como alga alimentaria está en auge en España. Las especies normalmente consumidas son ejemplares de hasta 40 cm que se dividen dicotómicamente. Posee una consistencia esponjosa, elástica y aterciopelada al tacto de intenso color verde oscuro (Figura 7).



Figura 7. Fotografías de ejemplares de *Codium* spp. tomadas en los intermareales de la costa de Portugal, durante campañas de muestreo realizadas en el marco del proyecto ALGALUP.

En Galicia podemos encontrar la especie autóctona *Codium tomentosum* en cualquier tramo de costa, por lo que resulta un recurso potencialmente explotable. Se trata de especies no estructurales cuyos talos erguidos se desarrollan anualmente a partir de una ancha base aterciopelada que se extiende por las rocas en el litoral inferior y primeros metros del infralitoral de costas relativamente expuestas a la acción del oleaje, por lo que su explotación puede ser autorizada en cualquier época del año y de una manera sólo supervisada si se tiene cuidado de no dañar las bases de donde rebrota cortando desde la base aquellos ejes de mayor tamaño y evitando en lo posible la alteración colateral del litoral por pisoteo. En los últimos años está proliferando en las costas alteradas *Codium fragile* (Suringar), una especie alóctona originaria del Pacífico que tiene un comportamiento oportunista e invasor y que ocupa nichos alterados por el hombre o por fenómenos de cambio global y, de alguna manera, actúa como un biofiltro de la eutrofización. Obviamente la recolección de esta última especie puede ser autorizada sin ningún tipo de restricción y aconsejada en lugar de la de las especies autóctonas. En Corea se han desarrollado técnicas de cultivo en mar de *C. fragile*, por lo que no es de descartar que a medio plazo dichos cultivos pudieran ser llevados a cabo



en las costas españolas. La determinación de las distintas especies del género solo es segura si la lleva a cabo un especialista.

Chondrus crispus (Stackhouse, 1797)

Especie conocida como “musgo irlandés”, macroalga roja que se encuentra ampliamente distribuida y con mayor abundancia en el Noroeste Atlántico. En términos anatómicos, está formada por talos aplanados y acintados, de 8 a 15 cm, con láminas que se dividen dicotómicamente (Figura 8). Se encuentra dividida en varios segmentos de diferentes grosores denominados cladomas de tipo multiaxial ramificado. La característica principal de esta alga es la iridiscencia azul, que se puede encontrar a menudo en el gametófito cuando las algas están sumergidas. Es considerada un tipo de agua fría y crece en rocas del nivel inferior o en charcos de marea de nivel medio de playas rocosas expuestas. Puede ser confundida con *Mastocarpus stellatus* por su morfología, sin embargo, pueden distinguirse, por presentar diferentes morfologías en las estructuras reproductivas, en forma de racimo de uva.

Por otra parte, ha sido cosechado y utilizado por humanos durante años; como materia prima para la producción de carrageninas y para alimentación humana, en zonas como la Bretaña francesa o Irlanda. En Portugal, su rendimiento es eficiente como biofiltro para aguas residuales resultantes de la acuicultura. Se ha comprobado además que puede utilizarse como efluente de acuiculturas intensiva y semiintensiva, mejorando la calidad del agua y permitiendo la recirculación o descarga al mar (Matos et al. 2006).



Figura 8. Fotografías de ejemplares de *Chondrus crispus* tomadas en los intermareales de la costa de Portugal, durante las campañas de muestreo realizadas en el marco del proyecto ALGALUP.

Chondranchanthus acicularis (Roth) Fredericq (1993)

Esta macroalga roja, tiene una distribución registrada en el Atlántico, desde las Islas Británicas a Camerún y desde Carolina del Norte a Uruguay. Se encuentra en las rocas, en el nivel inferior de las playas en zona semi expuestas. Es un alga filiforme de



consistencia cartilaginosa y con las frondes de color rojo oscuro, que pueden decolorarse en verano, volviéndose de aspecto blanquecino. Se fija al sustrato mediante un sistema de rizoides, pudiendo alcanzar los 10 cm de anchura. Los ejes principales son cilíndricos, comprimidos y ramificados irregularmente en ramas laterales cortas y puntiagudas (Figura 9). Está considerada una especie común de la flora macroalgal portuguesa y tiene la particularidad de formar alfombras densas y vastas que cubren el sustrato. En peso seco, es la especie con mayor cantidad de carragenina (42.3%),



estando considerada como una fuente natural de este compuesto.

Figura 9. Fotografías de ejemplares de *Chondrachanthus acicularis* tomadas en los intermareales de la costa de Portugal, durante las campañas de muestreo realizadas en el marco del proyecto ALGALUP.

Mastocarpus stellatus (Stackhouse) Guiry, 1984

Es una macroalga roja que se encuentra distribuida a lo largo de la costa del Océano Atlántico oriental y noroccidental. Suele permanecer en zonas rocosas en áreas muy expuestas. En cuanto a su morfología, tiene un tamaño de 10 cm pudiendo alcanzar un máximo de 17, y presenta frondas cartilaginosas de color marrón violáceo. El estípite es comprimido y estrecho y las frondas son dicotómicas y ramificadas, que se expanden en forma de cuchilla, generalmente enrollada para formar un canal con márgenes gruesos (Figura 10). Es considerada fuente de carragenanos, usándose como espesante natural estabilizador o agente gelificante en alimentos. Es de las algas más abundantes en Portugal y puede tener alta eficacia como biofiltrador de amonio, nitrato y fosfato.



Figura 10. Fotografías de ejemplares de *Mastocarpus stellatus* tomadas en los intermareales de la costa de Portugal, durante las campañas de muestreo realizadas en el marco del proyecto ALGALUP.

Laminaria ochroleuca Bachelot Pylaie 1824

Laminaria ochroleuca, conocida comúnmente como alga Kombu, es una macroalga que se encuentra distribuida a lo largo de la costa atlántica del Norte de Africa hasta el suroeste de las Islas Británicas, Mar Mediterráneo y en el estrecho de Mesina (Roleda et al. 2004). Permanece en áreas del infralitoral, hasta los 25-30 metros de profundidad en zonas expuestas. En cuanto a su morfología, presenta una fronde de 3 metros de longitud, fijado al sustrato por gruesos rizoides de ramificación dicótoma, y un diámetro de unos 15 - 18 cm. Contiene un estipe redondeado, liso y de 2 m de longitud y láminas ovoides, de textura cartilaginosa, semejante a cuero, lisas y lustrosas. Por otra parte, *L. ochroleuca*, presenta un alto valor ecológico y comercial, de hecho, una de sus características más relevantes es que es rica en yodo y en ácido algínico, que tiene propiedades gelificantes, espesantes y estabilizantes, fundamental para la industria farmacéutica, alimentaria, textil y papelera. (Kraan et al. 2012). Además, tiene una tasa de crecimiento rápido, regenerándose cada año, manteniendo sus anillos de crecimiento.



Figura 11. Fotografías de ejemplares de *Laminaria ochroleuca* tomadas en los intermareales de la costa de Portugal, durante las campañas de muestreo realizadas en el marco del proyecto ALGALUP.



4 ORDENACIÓN Y GESTIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

4.1 Sistemas actuales de explotación

a. Galicia

En Galicia el 100% de las macroalgas se extraen de forma manual. Los recolectores recogen las algas arrastradas a las orillas generalmente después de los temporales y tormentas (arribazones) o arrancan o cortan las algas de las rocas con cuchillo, hoces y otros utensilios agrícolas en los momentos de mareas bajas. También existe la recolección manual mediante buceadores en apnea o mediante compresor en superficie, lo cual permite la extracción de algas en cualquier momento o de las que viven a mayores profundidades. Una vez recogidas de la orilla, arrancadas o cortadas, son transportadas por medios terrestres o pequeñas embarcaciones más o menos adaptadas para este fin. Una vez que llegan las algas a la costa, en función de su uso, sufrirán o no algún tipo de procesamiento previo. Por ejemplo, las algas materias primas para la obtención de ficocoloides suelen pasar por un proceso de secado inicial en la costa, para después ser empaquetadas y transportadas a las fábricas de transformación. Sin embargo, las algas destinadas a la alimentación directa tienen que ser transportadas en fresco en el menor tiempo posible a las distintas conserveras.

Los métodos tradicionales de recogida de arribazones apenas han variado y, aunque se utilizan vehículos motorizados para el transporte, la recolección sigue siendo manual, con la ayuda de rastrillos y de otros útiles de labranza.

b. Portugal

Las técnicas de explotación de macroalgas en Portugal dependen de la zona y de la especie a explotar. Por ejemplo, la recolección de algas carragenófitas, se lleva a cabo mediante técnicas manuales, siendo una actividad laboriosa que se lleva a cabo de forma estacional, en lugares con poblaciones algales de gran densidad. Bajo este contexto, las algas marinas se pueden encontrar en 4 situaciones diferenciadas: al descubierto y sueltas en la playa, arrojadas por la marea; al descubierto y agarradas a las rocas, cuando la marea desciende, en suspensión en las aguas, en sitios bajos o profundos y agarradas al fondo, también en sitios bajos y profundos. Así pues, se utilizan diferentes instrumentos de recolección, como pueden ser: utensilios para recoger, conocidos en portugués como “ganhapão”, “rofafole”, “redenho”, “ganhuço”, y “arrastro”, y para desprender espátula, hoz y azada. El mismo instrumento puede tener un diseño diferente dependiendo de la zona geográfica donde nos situemos.

Por su parte, la recolecta de algas agarófitas, mayormente *Gelidiumcorneum*, se realiza mediante buceo. En otras carragenófitas, como *Chondrus crispus*, la recolección se puede hacer a mano o con ayuda de dragas.



4.2 Marco legal de explotación

a. Galicia

Galicia cuenta con un marco normativo amplio que regula la actividad marisquera en general con el fin de garantizar su sostenibilidad biológica y económica. Esta regulación ha sido adaptada para la recolección de macroalgas, que tienen la consideración de recurso específico.

Actualmente, la Ley 11/2008 de pesca de Galicia, establece que la recolección de algas y argazos puede ser realizada por personas que pertenezcan a organizaciones de productores de base o por empresas, en las siguientes condiciones:

- En el caso de las organizaciones de productores de base deberán presentar un plan de gestión para la recogida de algas, que será realizada por aquellos miembros que se acojan al plan y que estén en posesión del título administrativo habilitante.
- En el caso de las empresas y entidades de carácter económico deberán presentar un plan de gestión, y la recolección puede ser realizada por el personal contratado o por las personas que constituyen la sociedad.
- Para la recogida de argazos no es necesario estar en posesión de ningún título administrativo.

La elaboración de los planes de gestión está regulada por el Decreto 423/1993 y establece que la recolección de algas está sujeta al Plan General de Explotación Marisquera, que es el conjunto de normas y orientaciones destinadas a regular y programar la recolección de algas con carácter anual. Según lo cual, los planes de explotación deben contener como mínimo la siguiente información:

- i. Número de personas y embarcaciones propuestas debidamente identificadas
- ii. Períodos (días) y zonas en las que se tiene intención realizar la actividad.
- iii. Topes de captura por especies, recolector y día.
- iv. Normas de comercialización y vigilancia.

Las algas podrán ser extraídas a pie o desde embarcación (< 10 TRB o 10 GT) mediante buceo.

Una vez aprobado el plan de explotación, mensualmente, y con una antelación mínima de quince días del inicio de la actividad extractiva prevista, las entidades titulares solicitan a las Delegaciones Territoriales el permiso para realizar la extracción con indicación de las zonas y fechas de inicio y finalización. La recolección puede realizarse durante todo el año excepto fines de semana, festivos y vísperas de festivos. El horario de trabajo para los recolectores a pie será desde dos horas y media antes hasta dos horas y media después de la bajamar, estando limitado este horario hasta las 18:00



horas, o de 8:00 a 14:00 horas, en el caso de la recogida desde embarcación. Los recolectores a pie podrán hacer uso de hoces y cuchillos.

Para que sean revalidados los planes o permisos de explotación el titular deberá acreditar la realización de una actividad extractiva suficiente. La comercialización de las algas marinas será diferente según la explotación sea realizada por las organizaciones de base o por las empresas. En el caso de las empresas la extracción puede ser realizada por titulares de permisos de explotación o a través de recolectores que acrediten relación contractual con la empresa. Para comercializar su cosecha la empresa está autorizada para realizar la primera venta, aunque para ello debe estar inscrita en el Registro Gallego de Empresas Halioalimentarias.

Según el Plan general de explotación marisquera del año 2019 (con vigencia hasta diciembre de 2020), la Consellería do Mar aprobó 22 planes de explotación de algas en Galicia (Figura 12). De estos, 5 fueron presentados por empresas procesadoras de algas: 1 para la producción de ficocoloides (CEAMSA S.A.) y 4 para el sector de alimentación (PORTO MUIÑOS S.L., ALGAMAR S.L, HQ-SEAWEEED S.L., MAR DE ARDORA S.L.). Los 17 planes restantes fueron presentados por organizaciones de productores, como son las cofradías de pescadores (16) y 1 por la profesional M^º Carmen Sánchez Sánchez (A Coruña) (Figura 12). El ámbito territorial de estos planes será, en general todo el litoral gallego, y el acceso a las poblaciones explotadas por el personal de la empresa solo puede ser realizado a pie, mientras que los miembros de las cofradías también pueden hacerlo mediante pequeñas embarcaciones (ver detalles en Tabla 3).

En los planes de explotación vigentes se incluyen un total de 37 especies de macroalgas susceptibles de ser explotadas (ver Tabla 4). Las entidades con un mayor número de especies incluidas en sus planes de explotación son las cofradías de pescadores de Baiona (Pontevedra) y Corcubión (A Coruña) con 12 y 13 especies respectivamente, mientras que empresas como PORTO MUIÑOS S.L. y MAR DE ARDORA S.L incluyen 20 y 23 especies respectivamente.

PORTO-MUIÑOS, con sede en Cerceda, está autorizada a extraer algas durante 180 días al año como máximo y tiene permiso para 15 personas que pueden recoger a pie 200 kilos por día de todas las especies, excepto de *golfo* (*U. pinnatifida*) que no tiene un cupo máximo fijado en ninguna entidad extractora debido a su condición de especie invasora. La empresa MAR DE ARDORA, de Ortigueira, puede extraer algas 100 días a lo largo del año y tiene permiso para tres personas ampliable a nueve de forma ocasional. En cuanto a la cantidad, tienen los mismos límites que PORTO-MUIÑOS. La porriñesa CEAMSA tiene permiso para recolectar algas 96 días y cada persona puede extraer 100 kilos diarios en marzo y 150 kilos de abril a octubre en todas las especies. ALGAMAR, también de la provincia de Pontevedra, tiene un máximo de 180 días para coger algas y hasta 15 trabajadores pueden recolectarlas, aunque tienen un límite de 500 kilos en peso húmedo y 50 en caso de que el recurso esté seco (Tabla 3).

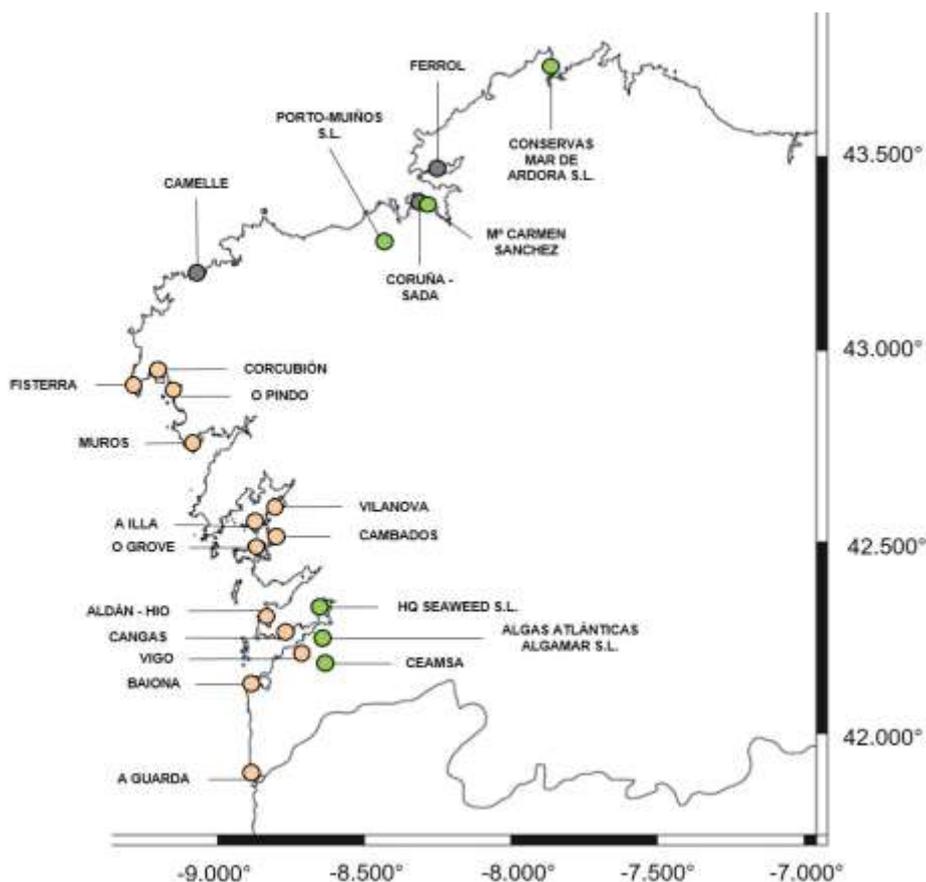


Figura 12. Mapa de Galicia en el que se muestran las 16 cofradías de pescadores y las 6 empresas con planes de explotación de macroalgas vigentes para el periodo 2019-2020

Como hemos visto, en estos planes se especifican las especies que pueden ser recolectadas, y las cantidades autorizadas, pero no existe después una información detallada de las cantidades realmente extraídas (ver Figura 4). De la recogida de las algas de arribazón no existe información por ser una recogida libre y, por lo tanto, su control no corresponde a la administración pesquera.



Tabla 3. Resumen de los principales datos incluidos en los 22 planes de explotación aprobados por la Consellería do Mar para el periodo 2019 –2020. Datos recogidos de la web www.pescadegalicia.gal

Entidade	Modalidade	Nº max. Personas	Días máx. extracción	Época explotación
CP A Guarda	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	35	32	De enero a diciembre
	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	8 (4 embarcaciones)	60	
CP Baiona	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	10	60	De enero a diciembre
	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	8 (4 embarcaciones)		
CP Vigo	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	6	40	De enero a diciembre
	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	14 (7 embarcaciones)		
CP Cangas	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	6	40	De enero a diciembre
	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	12 (6 embarcaciones)		
CP Aldán-Hío	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	3 (1 embarcación)	50	De enero a diciembre
CP O Grove	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	16 (8 embarcaciones)	60	De febrero a julio y de septiembre a noviembre
CP A Illa	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	32 (16 embarcaciones)	90 +20	De febrero a septiembre (excepto <i>Ulva rigida</i> también en octubre y noviembre)
CP Vilanova	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	6 (6 embarcaciones)	60	De febrero a mayo (excepto <i>Ulva rigida</i> también de junio a octubre)
CP Cambados	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	14 (7 embarcaciones)	135	De febrero a octubre
CP Muros	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	4 (2 embarcaciones)	40	De febrero a octubre
CP O Pindo	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	15	60	De mayo a septiembre
CP Corcubión	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	16	36	De enero a diciembre
CP Fisterra	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	8 (3 embarcaciones)	60	De febrero a julio
CP Camelle	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	4 (2 embarcaciones)	45	De mayo a septiembre
CP Coruña-Sada	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	8 (4 embarcaciones)	50	De marzo a octubre
CP Ferrol	BUCEO EN APNEA O CON SUMINISTRO DE AIRE DESDE SUPERFICIE	14 (7 embarcaciones)	20	De febrero a mayo
ALGAS ATLÁNTICAS ALGAMAR, S.L.	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	15	180	De enero a diciembre, excepto noviembre
CEAMSA, S.A.	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	x	96	De marzo a octubre
CONSERVAS MAR DE ARDORA, S.L.	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	3 (máx de 9)	100	De enero a diciembre
PORTO-MUIÑOS, S.L.	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	15	180	De enero a diciembre
HQ SEAWEEED S.L.	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	10	100	De enero a diciembre
Mª CARMEN SÁNCHEZ SÁNCHEZ	A PIE: A MANO CON CUCHILLO	3	100	De febrero a septiembre



MODELOS DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS MACROALGALES

En el informe Cremades et al. 2016 titulado “elaboración de indicadores de sostenibilidad para la explotación de macroalgas en España” se proponen una serie de modelos de explotación de los recursos macroalgales en base a una clasificación de los mismos atendiendo principalmente a su volumen de explotación, que depende principalmente de la finalidad de su uso, que a su vez suele estar supeditada a su identidad taxonómica. Las macroalgas tienen distinta distribución geográfica, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, por lo que cada región tendrá sus propios modelos de explotación en función sobre todo de sus características biogeográficas que condicionan su riqueza en recursos. Según estas consideraciones se proponen cinco modelos de explotación (resumidos en Tabla 5):

- **Modelo de los alginófitos:**

Se aplica a la explotación de grandes algas pardas, principalmente del género *Laminaria*, que son usadas para la obtención de un ficocoloide, el ácido algínico. Las características que nos permiten diferenciar este modelo son:

- Método de explotación: Recolección de arribazones.
- Biomasa susceptible de explotación: Muy alta.
- Valor añadido: Muy bajo.
- Criterios de calidad: Muy bajos.
- Posibilidad/rentabilidad de cultivo: Media.
- Madurez del modelo: Alta.

Por cuestiones biogeográficas las únicas regiones españolas que podrían explotar estos recursos son Galicia y Asturias (litoral occidental).

- **Modelo de los carragenófitos**

Este modelo es de aplicación a la explotación de algas rojas intermareales principalmente de los géneros *Chondrus*, *Mastocarpus* y *Gigartina*, que son usadas para la obtención de un ficocoloide, la carragenina. Las características que nos permiten diferenciar este modelo son:

- Método de explotación: Recolección por arranque directo en bajamar.
- Biomasa susceptible de explotación: Alta.
- Valor añadido: Bajo.
- Criterios de calidad: Bajos.
- Posibilidad/rentabilidad de cultivo: Muy baja.
- Madurez del modelo: Alta.

Por cuestiones biogeográficas las únicas regiones españolas que podrían explotar estos recursos son también Galicia y Asturias (litoral occidental).



- **Modelo de los agarófitos**

Este modelo es de aplicación a la explotación de algas rojas sublitorales de los géneros *Gelidium* y *Gracilaria*, que son usadas para la obtención de un ficocoloide, el agar. Las características que nos permiten diferenciar este modelo son:

- Método de explotación: Recolección de arribazones intermareales o profundas o por arranque directo de poblaciones sublitorales.
- Volumen de explotación: Muy alto.
- Valor añadido: Medio.
- Criterios de calidad: Medio.
- Posibilidad/rentabilidad de cultivo: Bajo.
- Madurez del modelo: Alta.

Por cuestiones biogeográficas las únicas regiones españolas que podrían explotar estos recursos son Asturias, Cantabria y Euskadi, en menor medida Galicia y Andalucía.

- **Modelo de las macroalgas alimentarias y nutracéuticas**

Este modelo es de aplicación a la explotación de muy diversas macroalgas que son usadas para la alimentación animal o humana directa o en la formulación de alimentos funcionales. Las características que nos permiten diferenciar este modelo son:

- Método de explotación: No claramente definido debido a la heterogeneidad específica, aunque cuando son empleadas en la alimentación humana principalmente se recolectan por arranque directo en bajamar o por buceo en apnea.
- Volumen de explotación: Medio.
- Valor añadido: Alto.
- Criterios de calidad: Alto.
- Posibilidad/rentabilidad de cultivo: Alto.
- Madurez del modelo: Media.

- **Modelo de las macroalgas terapéuticas o con aplicaciones biotecnológicas**

Este modelo como el anterior es de aplicación a la explotación de muy diversas macroalgas que son usadas para también muy diversos fines, aunque sobresalen aquellos orientados al bienestar humano. Las características que nos permiten diferenciar este modelo son:

- Método de explotación: No claramente definido debido a la heterogeneidad específica. Aunque como las algas alimentarias principalmente se recolectan por arranque directo en bajamar o por buceo en apnea.
- Volumen de explotación: Bajo.
- Valor añadido: Muy Alto.



- Criterios de calidad: Muy Alto.
- Posibilidad/rentabilidad de cultivo: Muy Alto.
- Madurez del modelo: Baja.

Debido a la heterogeneidad específica todas las regiones españolas son susceptibles de explotar estos recursos según especies/abundancia.



Tabla 4. Listado de las especies de macroalgas incluidas en los 22 planes de explotación vigentes para el periodo 2019-2020 en Galicia

	Cofradías con Plan de Explotación de algas (16)																Empresas con Plan de Explotación de algas (6)					
	A Guarda	Baiona	Vigo	Aldán-Hío	Cangas	O Gove	A Illa	Vilanova	Cambados	Muros	O Pindo	Corcubión	Fisterra	Camelle	Coruña	Ferrol	HQ SEAWEED	Mª Carmen Sanchez	MAR DE ARDORA	ALGAMAR	CEAMSA	PORTO-MUÍÑOS
<i>Ascophyllum nodosum</i>																			X			X
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	X	X									X	X							X			X
<i>Chondracanthus acicularis</i>					X														X			X
<i>Chondrus crispus</i>	X	X	X							X	X	X		X					X		X	X
<i>Codium spp</i>						X		X									X	X				X
<i>Codium tomentosum</i>	X	X	X	X	X		X		X			X							X			
<i>Dilsea carnosa</i>																			X			X
<i>Dumontia contorta</i>																			X			X
<i>Enteromorpha crinita</i>					X																	
<i>Fucus spp</i>	X	X								X	X	X		X					X			X
<i>Fucus spiralis</i>																			X			
<i>Fucus vesiculosus</i>			X		X																	
<i>Gastroclonium ovalum</i>																			X			
<i>Gelidium spp</i>	X				X					X					X							
<i>Gelidium corneum</i>											X								X			
<i>Gelidium sesquipedale</i>												X										
<i>Gigartina spp</i>										X	X				X						X	
<i>Gigartina pistilata</i>																			X			X
<i>Gigartina stellata</i>	X																					
<i>Gracilaria sp</i>																						X
<i>Gracilaria multipartita</i>							X		X													
<i>Himantalia elongata</i>			X		X		X	X		X		X	X	X	X		X	X	X	X		X
<i>Laminaria spp</i>					X										X							
<i>Laminaria hyperborea</i>																						
<i>Laminaria ochroleuca</i>	X	X	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X			X	X		X
<i>Lomentaria articulata</i>																			X			X
<i>Mastocarpus stellatus</i>		X									X	X							X		X	X
<i>Nemalion helmintoides</i>		X	X																X			X
<i>Osmundea pinnatifida</i>		X	X		X						X						X		X			X
<i>Pelvetia canaliculata</i>											X								X			X
<i>Porphyra spp</i>	X	X								X	X						X	X	X			X
<i>Porphyra umbilicalis</i>			X							X				X	X					X		
<i>Pterocladia capillacea</i>																			X			
<i>Saccorhiza polyschides</i>	X	X	X	X		X		X		X	X							X				X
<i>Ulva spp</i>	X		X	X	X	X		X	X	X	X			X			X	X	X	X		X
<i>Ulva rigida</i>		X					X						X							X		
<i>Undaria pinnatifida</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X		X	X			X	X		X

**Tabla 5.** Tabla resumen de las principales características de los 5 modelos de explotación propuestos por Cremades et al. (2016)

	ALGINÓFITOS <i>Laminariales</i>	CARRAGENÓFITOS <i>Chondrus, Mastocarpus y Gigartina</i>	AGARÓFITOS <i>Gelidium y Gracilaria</i>	ALIMENTARIAS Y NUTRACEÚTICAS	APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS
Método de explotación	Recolección de arribazones	Recolección por arranque directo en bajamar	Recolección de arribazones intrmareales y/o profundas o por arranque directo de poblaciones sublitorales	No definido por heterogeneidad específica. Para alimentación humana por arranque directo en bajamar o por buceo en apnea.	No definido por heterogeneidad específica. Principalmente por arranque directo en bajamar o por buceo en apnea.
Volumen de explotación	Muy alto	Alta	Muy alto	Medio	Bajo
Valor añadido	Muy bajo	Baja	Medio	Alto	Muy alto
Criterios de calidad	Muy bajos	Bajos	Medio	Alto	Muy alto
Posibilidad/rentabilidad de cultivo	Medio	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Madurez del modelo	Alto	Alta	Alta	Media	Bajo
	<i>Por cuestiones biogeográficas las únicas regiones españolas que podrían explotar estos recursos son Galicia y Asturias (litoral occidental).</i>	<i>Por cuestiones biogeográficas las únicas regiones españolas que podrían explotar estos recursos son Galicia y Asturias (litoral occidental).</i>	<i>Por cuestiones biogeográficas las únicas regiones españolas que podrían explotar estos recursos son Asturias, Cantabria y Euskadi, en menor medida Galicia y Andalucía.</i>	<i>Debido a la heterogeneidad específica todas las regiones españolas son susceptibles de explotar estos recursos según especies/abundancia.</i>	



b. Portugal

El marco normativo de explotación de macroalgas en Portugal se encuentra definido desde 1980, a partir del cual se han ido regulando las actividades extractivas de macroalgas, hasta el día de hoy. El Decreto ley nº 504/80, de 20 de octubre, que regula el ejercicio de actividad de recolecta de especies de algas marinas, establece que la recolección de plantas marinas industrializables, con fines comerciales, está sujeta a una licencia anual, ya sea realizada por buzos autonomistas registrados en buques pesqueros preparados para la actividad. En este contexto, la concesión de licencias de buques y receptores es realizada por la Direção-Geral Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM). Así mismo:

1. De conformidad con su artículo 6, el número máximo de embarcaciones y recolectores/buceadores a autorizar se fija para cada cosecha, para las zonas de captura definidas en el artículo 5 de la misma. Y, por consiguiente, de conformidad con este artículo 6 del Decreto-Ley504/80, dentro del despacho nº 18216/2008, de 18 de junio, se establece que:
 - Excepcionalmente, pueden ser autorizados, por orden del Director General de Pesca y Acuicultura (DGPA), operaciones y descarga de algas en la zona 3 (Sur río Mondego hasta norte de Foz do Arelho), los buques autorizados para la zona 4 (Sur de Foz do Arelho hasta norte de Cabo de Roca), hasta el límite de 10 buques, siempre que, en el año anterior, obtuvieran autorización idéntica y operada de manera comprobada en esta área, y siempre que el número total de buques que operan en la zona 3, en total, no exceda de 28, ni el número de buceadores/recolectores involucrados en la operación respectiva sean mayores a 104.
 - Los manifiestos de la cosecha de la marea deben enviarse a la Dirección General de Pesca y Acuicultura antes del 15 de cada mes, con referencia al mes anterior.
 - La recolección de algas agarofíticas (*Gelidium sesquipedale*) debe ser realizada sin dañar el sistema de fijación rizoidal y el sustrato rocoso.
 - Las condiciones de seguridad y las operaciones de los buques, así como de los recolectores/buceadores, deben cumplir los requisitos de la legislación vigente, del decreto núm. 48008, de 27 octubre de 1967.
 - El número de buques y recolectores/buceadores autorizados bajo los términos del presente pedido permanece para los años posteriores a 2008, siempre que no se fijen otros límites, por nuevo despacho, conforme con el artículo 6 del Decreto-Ley N ° 504/80, de 20 de octubre.
2. De conformidad con su artículo 2, los períodos para la cosecha de las diferentes especies de plantas marinas fijas son establecidos por el DGRM y se hacen públicos, cada año, mediante avisos públicos, que se publicarán en las Delegaciones y Oficinas Marítimas. Para la cosecha 2020, el período del 15 de julio al 15 de noviembre se



definió para la cosecha de algas industrializables, agarofitas y carraginófitas, en las 6 zonas del continente.

3. De conformidad con el nº 2 del artículo 1, de este mismo decreto, las actividades de adquisición, selección, conservación y distribución de plantas marinas deben ser realizadas, en cada área de cosecha, por personas individuales o colectivos, llamados concentradores de zona. En este contexto, la ordenanza 919/80, de 3 de noviembre, define los requisitos para el ejercicio de la actividad de concentración de la zona, siendo la licencia necesaria la responsabilidad de esta Dirección General, a la que deben enviarse las solicitudes de licencia.

La regularización de recogida de plantas marinas con equipo de buceo en el continente y en las islas adyacentes de Portugal, queda recogida en el Decreto nº 48008/1967. Donde algunas premisas generales indican que:

- La utilización de equipos de buceo de circuito abierto, autónomos o semiautónomos para recolecta de algas queda restringida a la zona entre la línea isobatimétrica de 10 metros y la costa.
- Los recolectores y embarcaciones que se encargan de la explotación de macroalgas son aquellos que quedan registrados en la Junta Central da Casa dos Pescadores. Cuya actividad queda limitada a la zona de recolecta que indique la tarjeta oficial de recolector.
- El buceador/recolector que utilice equipo de buceo autónomo podrá ejercer su actividad sin estar incluido en el rol de la matrícula de la embarcación autorizada para recogida submarina.

Del mismo modo, cabe destacar de la misma fuente de Direção-Geral Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM) los siguientes puntos:

- Los buques pesqueros que cumplan con las condiciones de seguridad necesarias podrán ser autorizados para participar en la recolección submarina de plantas marinas, con equipos de buceo semiautónomos de circuito abierto, en una o más zonas, de conformidad con la legislación en vigor. El área de operación de cada barco, en el área o áreas de captura para las cuales tiene licencia, depende del tipo de barco, respetando las limitaciones de la flota local o costera.
- La concesión de licencias es anual, y la asignación de licencias depende de la disponibilidad de vacantes en cada área de captación. La lista de embarcaciones autorizadas para operar en la cosecha de plantas marinas, por zona de cosecha, es publicada por los departamentos marítimos involucrados antes de cada cosecha.
- La licencia de los buques también depende del cumplimiento de las condiciones relacionadas con la seguridad de la actividad, a saber, la aprobación técnica del equipo de buceo, que es responsabilidad de la Dirección General de la Autoridad Marítima, actualmente dentro del alcance de la Ley 70/2014, de 1 de septiembre, que aprueba el Reglamento de buceo profesional, y del Despacho nº 10089/2019, de 8 de noviembre,



que aprueba las "Reglas para la recolección de algas marinas en el ejercicio de la actividad de buceo profesional" (RAAMMP).

- El registro y la licencia de los buzos en los barcos son realizados por los departamentos marítimos, que certifican los requisitos necesarios.



5 REFERENCIAS

- Amorin Cardoso, MF. (2019). Variação sazonal da abundância e composição bioquímica de macroalgas com interesse comercial no Norte de Portugal. Universidad de Porto, Portugal.
- APROMAR. (2014). Evaluación del estado de explotación y propuestas de gestión sostenible y cultivo de macroalgas en Andalucía, Asturias y Galicia. <http://www.apromar.es/content/proyecto-sobre-la-gesti%C3%B3n-sostenible-y-cultivo-de-macroalgas>
- Araújo R., Bárbara I., Tibaldo M., Berecibar E., Tapia .PD., Pereira R., Santos R., Sousa-Pinto, I. (2009). Checklist of benthic marine algae and cyanobacteria of northern Portugal. *Botanica Marina* 52:24–46. doi: 10.1515/BOT.2009.026
- Azevedo Fonseca, J. (2016). Aplicação de Algas na Indústria Alimentar e Farmacêutica. Universidade Fernando Pessoa, Portugal.
- Bárbara, I., Cremades, J., Calvo, S., López-Rodríguez, M.C., Dosil, J. (2005). Checklist of the benthic marine and brackish Galician algae (NW Spain). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 62(1): 69-100.
- Bixler, H.J., Porse, H. (2011). A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry. *Journal of Applied Phycology*, 23(3): 321-335
- Campo, V.L.; Kawano, D.F.; da Silva, D.B.; Carvalho, I. (2009). Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis. *Carbohydr. Polym.*, 77, 167–180.
- Cremades, J., Cañavate, J.P., Fernández-Aldana, J.M., Ojeda, J. (2016). Elaboración de indicadores de sostenibilidad para la explotación de macroalgas en España. Informe técnico. <http://apromar.es/sites/default/files/2016-APROMAR-Indicadores-MACROALGAS.pdf>
- De Jesus Raposo, M.F.; De Morais, A.M.B.; De Morais, R.M.S.C (2015). Marine Polysaccharides from Algae with Potential Biomedical Applications. *Mar. Drugs*, 13, 2967-3028.
- Diário da Republica <https://dre.pt/>
- Direção-Geral Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM) <https://www.dgrm.mm.gov.pt/>
- Dosil Mancilla, F.J. (2007). Los albores de la botánica marina española (1814-1939). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid.
- García Tasende M., Pereiro, C. (2015). Explotación de las macroalgas marinas: Galicia como caso de estudio hacia una gestión sostenible de los recursos. *Ambienta*, 111, 116-132.
- García Tasende, M. (2010). Macroalgas marinas: situación actual y requerimientos legales para su explotación. En: *Las algas en Galicia: factores que condicionan su explotación y oportunidades de valorización*, Proyecto BIOTECMAR (Explotación Biotecnológica de



- productos y subproductos marinos), Centro Tecnológico del Mar-Fundación CETMAR. Vigo. Juanes y Sosa, 1998
- García Tasende, M., Rodríguez González, L.M. (2003). Economic seaweeds of Galicia (NW Spain). *Thalassas*, 19(1): 17-25.
- Islam Md. Manirul, Ahmed Sonia Tabasum, Mun Hong-Seok, Kim Young-Bae, Yang Chul-Ju (2015) Effect of fermented seaweed by-product supplementation on reproduction of Hanwoo cows and growth and immunity of their calves. *Animal Production Science* 56, 1828-1833.
- Jiménez-Escrig A, Gómez-Ordóñez E, Rupérez P. (2016). Seaweed as a source of novel nutraceuticals: sulfated polysaccharides and peptides. *Adv Food Nutr Res.* 2011; 64:325-37. doi: 10.1016/B978-0-12-387669-0.00026-0. PMID: 22054959.
- Kraan S. (2012). Algal polysaccharides, novel applications and outlook. In: *Carbohydrates: comprehensive studies on glycobiology and glycotecnology.* (Chang C.-F., ed.) pp. 489–532. InTech.
- Laurienzo P. (2010). Marine polysaccharides in pharmaceutical applications: an overview. *Mar Drugs.* Sep 2;8(9):2435-65. doi: 10.3390/md8092435. PMID: 20948899; PMCID: PMC2953395.
- Matos J, Costa S, Rodrigues A, Pereira R, Sousa-Pinto I (2006) Experimental integrated aquaculture of fish and red seaweeds in Northern Portugal. *Aquaculture* 252:31–42. doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.11.047
- McHugh, D. (2003). A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries, Technical Paper N° 441. FAO, Rome, Italy
- Melo, R. (2002). Exploração dos recursos algológicos em Portugal. Martins-Loução, M.-A. (Ed.), *Fragmentos de Ecologia*, Escolar Editora-FCUL, pp. 45-65
- Melo, R. (2018). Avaliação da comunidade de macroalgas da praia rochosa de Belinho-Mar. Universidad de Porto, Portugal.
- Noda, H. (1993). Health benefits and nutritional properties of nori. *J. Appl. Phycol.* 5, 255–258.
- Pereira, L. (2010). *As Algas Marinhas e Respectivas Utilidades.* Universidad de Coimbra, Portugal.
- Plataforma Tecnológica da Pesca <https://www.pescadegalicia.gal/>
- Roleda, Y., Hanelt, D., Kräbs, G., Wiencke, C. (2019). Morphology, growth, photosynthesis and pigments in *Laminaria ochroleuca* (Laminariales, Phaeophyta) under ultraviolet radiation. *Phycologia* 43:603-613.
- Smitt, A.J. (2004). Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: A review. *J. Appl. Phycol.*, 16, 245–262.



Veloso-Gomes F., Taveira Pinto F. das Neves L., Pais Barbosa, J., Coelho C. (2004). Erosion risk levels at the NW Portuguese coast: The Douro mouth - Cape Mondego stretch. *Journal of Coastal Conservation* 10:43.

Veiga de Oliveira, E., Galhano, F. & Pereira, B. (1975). *Actividades Agro-maritimas em Portugal*. Instituto de Alta Cultural Centro de Estudos de Etnologia, Lisboa, 236 pp.