

Estado de conocimiento sobre la legislación de macroalgas en el Perú

State of knowledge regarding macroalgae legislation in Peru

Katerin Guardia-Luzon^{1*}  y Jose Avila-Peltroche^{2,3} 

- 1 Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.
- 2 Grupo de Investigación de Acuicultura Sostenible (GIAS), Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.
- 3 Division of Biosphere Sciences and Engineering, Carnegie Institution for Science. Stanford, Estados Unidos.



Citar como: Guardia Luzon, K. y Avila-Peltroche, J. (2024). «Estado de conocimiento sobre la legislación de macroalgas en el Perú». *South Sustainability*, 5(2), e104.
DOI: 10.21142/SS-0502-2024-e104

Artículo recibido: 13/6/2024
Arbitrado por pares
Artículo aceptado: 4/8/2024



© Los autores, 2024. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

*E-mail de correspondencia:
kateringuardialuzon@gmail.com

RESUMEN

Las macroalgas son organismos acuáticos que proveen servicios ecosistémicos y son utilizados en diversas industrias. El Perú es el segundo productor de macroalgas en América; sin embargo, no existe una síntesis crítica de la legislación de este recurso desde que se pusieron las bases para su creación hace más de 20 años. El presente trabajo recopiló, sistematizó y analizó temáticamente la legislación y normativas asociadas al recurso de macroalgas en el Perú hasta 2022, con el fin de facilitar el acceso a información actualizada sobre su legislación y brindar recomendaciones aplicables a su gestión productiva. En total se obtuvieron 71 documentos, de los cuales 10 fueron decretos supremos, 52 resoluciones ministeriales y 9 ordenanzas regionales. Entre las temáticas predominaron los aspectos legales en relación con licencia y autorización. La mayoría de las normativas giraron en torno a algas pardas (Phaeophyceae). Históricamente, las regulaciones emitidas en las regiones se enfocaron sobre todo en Ica y Arequipa. En cuanto al tema de plantas de procesamiento, se calificó esta actividad como industrial y se establecieron plazos de adecuación para que las plantas artesanales cumplan con los requisitos técnicos establecidos. Se identificaron como desafíos para el desarrollo de la normativa los conflictos sociales, la participación de agentes oportunistas, la falta de desarrollo de normativas para sectores «emergentes», así como los vacíos de información en cuanto a la investigación tecnológica, aplicada y taxonómica. Asimismo, se identificaron puntos críticos que requieren mayor atención y refuerzo en el futuro, dado que se espera el crecimiento y expansión de esta industria.

Palabras clave: conservación, derecho ambiental, gestión de recursos, algas marinas, Perú

ABSTRACT

Macroalgae are aquatic organisms that provide ecosystem services, and they are used in a variety of industries. The second-largest producer of macroalgae in the Americas is Peru; however, there has been no critical summary of the legislation pertaining to this resource since the foundations for its creation were laid down more than 20 years ago. The aim of this study was to compile, systematize and thematically analyze the legislation and regulations associated with macroalgae resources in Peru, up to and including 2022, in order to facilitate access to updated information on legislation and provide recommendations applicable to the production management of macroalgae. A total of 71 documents were obtained, of which 10 were Supreme Decrees, 52 Ministerial Resolutions and 9 Regional Ordinances. Among the topics addressed, legal aspects in relation to licensing and authorization were prevalent. Most of the regulatory documents dealt with issues related to brown algae (Phaeophyceae). Historically, regulations issued at the regional level focused primarily on Ica and Arequipa. With regard to the issue of processing plants, this activity was classified as industrial and adaptation deadlines were established in order to ensure that artisanal plants comply with the established technical requirements. Social conflicts, the participation of opportunistic actors, the absence of the formulation of regulations for "emerging" sectors, as well as information gaps in technological, application and taxonomic research, were identified as challenges for the development of a regulatory framework. In addition, other critical issues were identified that will require greater attention and reinforcement in the future, given the predicted growth and expansion of the industry.

Keywords: Conservation, environmental law, resource management, seaweed, Peru



1. Introducción

Las macroalgas son organismos presentes en diversas zonas litorales costeras que desempeñan un papel crucial en la producción primaria (Gattuso *et al.*, 2006; Tait y Schiel, 2018). Son clasificadas de acuerdo con su pigmentación como algas rojas (Rhodophyta), verdes (Chlorophyta) y pardas (Phaeophyceae) (Stagnol *et al.*, 2016). Diversas especies son reconocidas como ingenieros ecosistémicos, ya que actúan como hábitats, refugios, alimentos y bancos de semillas para diversos taxones (Chakraborty *et al.*, 2014; Chalkley *et al.*, 2019; Macreadie *et al.*, 2017; Vandendriessche *et al.*, 2007). Son utilizadas en la gastronomía mundial y como materia prima para la obtención de compuestos bioactivos, como agar, carragenanos (algas rojas) y alginatos (algas pardas) (Bokov *et al.*, 2020; Minhas *et al.*, 2020; Leandro *et al.*, 2019; Ortiz-Moreno *et al.*, 2020).

En el mundo, su producción se basa principalmente en la acuicultura (Cai *et al.*, 2021). En 2019, se cosecharon 1,1 millones de toneladas de poblaciones silvestres, mientras que 34,7 millones de toneladas fueron cultivadas (Cai *et al.*, 2021). Aproximadamente el 97 % de la producción cultivada se concentra en Asia, donde el marco normativo se centra en el ordenamiento espacial (Cheng *et al.*, 2022), el impulso a la producción mediante asistencia económica, y la colaboración entre instituciones educativas y pescadores (Porse y Rudolph, 2017; Rimmer *et al.*, 2021). Sin embargo, existe una falta de protocolos y autoridades específicas en el ámbito de la bioseguridad, lo que impide la aplicación del principio precautorio (Kambey *et al.*, 2020).

En Latinoamérica, la industria del agar se expandió significativamente después de la Segunda Guerra Mundial, fomentando la explotación del recurso (Marinho-Soriano, 2017). El Perú destaca como el segundo mayor productor a nivel regional (Cai *et al.*, 2021). A finales del siglo XX, la creciente demanda de algas pardas por parte de China generó una extracción intensiva en el país, lo que llevó a la intervención estatal para regular y proteger el recurso (Márquez y Vásquez, 2020). En la actualidad, la industria en el Perú se basa en la colecta y cosecha de praderas silvestres, por lo que existe una amenaza constante de sobreexplotación del recurso (Avila-Peltroche y Villena-Sarmiento, 2022).

En el Perú, el marco normativo base para la regulación de las macroalgas inicia con la Ley General de Pesca (Decreto Ley N.° 25977, 1992) y es profundizado por el Reglamento de Ordenamiento Pesquero de Macroalgas Marinas (ROPMM) (Decreto Supremo N.° 019-2009-PRODUCE). Este último tiene como objetivo garantizar el aprovechamiento racional y sostenible del recurso; además, busca la protección y preservación tanto del ambiente como de la diversidad biológica que alberga (artículo 1). Este documento acota en su artículo

6 que la regulación se basará en los estudios científicos y recomendaciones del Instituto del Mar del Perú (Imarpe), así como en factores socioeconómicos.

La gobernanza de los recursos implica numerosos sectores y la interacción entre actividades productivas, comerciales y residenciales con el ecosistema (Bellanger *et al.*, 2020; Crowder *et al.*, 2006). Debido a esto, se está dando mayor importancia al análisis y la comprensión del marco legislativo en diferentes entornos, como la selva tropical (Muthee *et al.*, 2022), los humedales (Salinas y Yarlequé, 2021), arrecifes de coral (Carlson *et al.*, 2022), entre otros. En particular, los recursos hidrobiológicos están estrechamente vinculados con las comunidades pesqueras artesanales, las cuales a menudo tienen una integración limitada en el proceso de toma de decisiones para la gestión local.

Por este motivo, el entorno donde se desarrolla la industria de las macroalgas en el Perú lleva a la necesidad de una revisión, síntesis y análisis de normativas, para que así se puedan comprender los problemas que existen o podrían surgir alrededor de esta pesquería (Lewison *et al.*, 2016), se incremente la accesibilidad a la información, y se puedan identificar mejoras para la administración del recurso (Bellanger *et al.*, 2020; Crowder *et al.*, 2006).

Bajo este contexto, el objetivo de este estudio fue recopilar, sistematizar y analizar la legislación y normativas asociadas a las macroalgas en el Perú hasta 2023. El conocimiento logrado podrá ser utilizado para facilitar el acceso a información actualizada sobre su legislación, lo que será valioso en la gestión productiva del recurso, dada la progresiva disminución de sus poblaciones (Tejada, 2019; Flores *et al.*, 2015).

2. Metodología

2.1. Recopilación

Se empleó la metodología PRISMA (elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis) (Moher *et al.*, 2009) para realizar la recopilación de las normas y documentos legales de manera sistemática.

A fin de establecer una limitación sobre el tipo de documentos considerados, se incluyeron decretos supremos (DS), resoluciones ministeriales (RM) y ordenanzas regionales (OR) emitidos hasta abril de 2023. Las bases de datos utilizadas fueron los siguientes buscadores: 1) la página web del Ministerio de Producción (Produce, <https://www.gob.pe/produce>) y 2) el diario *El Peruano* (<https://busquedas.elperuano.pe/>). En ellos se ingresaron las palabras clave «macroalgas», «extracción», «veda», «macroalgas+veda», «macroalgas+extracción», «alga roja», «alga parda» o «alga verde». En cada base de datos, se realizaron búsquedas con (i. e., solo separatas de normas legales) o sin filtro (i. e., todos los documentos).

2.2. Sistematización

Los documentos obtenidos fueron ingresados en el programa Microsoft Excel 2016, organizados en una tabla según el año y la fecha de publicación, el tipo de documento (DS, RM y OR), el número, la jurisdicción, las especies mencionadas y la actividad (Tejada, 2019). Se filtraron para evitar duplicados. Posteriormente, cada documento fue revisado individualmente, excluyendo aquellos que no guardaban relevancia o relación con el tema. Para aumentar la cantidad y precisión de los resultados, se siguió la técnica «Snowball», que consistió en incluir referencias dentro de los documentos de la primera búsqueda (Rahi, 2017) (figura 1).

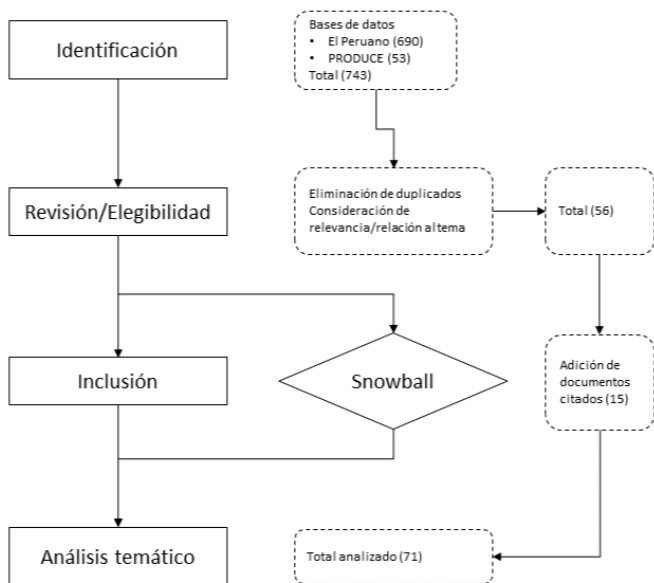


Figura 1. Diagrama de flujo que indica los pasos realizados para la obtención de normativas. Se aplicó el método PRISMA en un esquema general y se adicionó la técnica «Snowball» (Rahi, 2017) para incrementar el número de documentos final.

2.3. Análisis

Tras ordenar los datos, se analizaron los temas recurrentes en cada documento para identificar las similitudes de manera cualitativa. Con esta base se determinaron las temáticas abordadas para el análisis, las cuales se muestran en la tabla 1 (Mateo *et al.*, 2020; Dahlstrom *et al.*, 2011). Se graficó el número de normativas según dichas temáticas, así como su variación durante el tiempo.

Tabla 1. Temáticas abordadas durante el análisis

	Tema	Descripción
Aspectos legales	Reglamento	Establece un marco normativo específico.
	Licencia y autorización	Establece o menciona requisitos, pautas o procedimientos que abarcan las autorizaciones y licencias de la actividad.
	Cuota	Establece una cuota de extracción de manera textual.
	Sanciones	Brinda detalles sobre sanciones, ya sea de manera referencial o textual.
Procedimientos	Prácticas de extracción/colecta	Brinda detalles técnicos permitidos para la realización de la actividad. Esto incluye métodos, herramientas, tallas, etc.
	Fiscalización	Establece o menciona mecanismos de fiscalización y control de la actividad. Esto incluye a la referencia de instituciones que apoyan con velar el cumplimiento de las normas.
Gestión y supervisión	Organismos/Instituciones	Menciona organismos e instituciones que forman parte de la cadena productiva en diversos ámbitos.
	Plantas de procesamiento	Menciona a las plantas de procesamiento, establece requisitos, pautas o procedimientos en diversos ámbitos.
	Investigación y monitoreo	Brinda detalle sobre actividades científicas por realizar bajo el contexto del documento legal.
Grupo taxonómico	Algas rojas	Hace referencia al grupo Rhodophyta.
	Algas verdes	Hace referencia al grupo Chlorophyta
	Algas pardas	Hace referencia al grupo Phaeophyceae.

Tras el procesamiento y análisis de los documentos obtenidos, se elaboró un mapa con el programa QGIS Desktop 3.22.8, que señaló las regularizaciones regionales del recurso. Para esto, se utilizaron las coordenadas que brindaron los documentos, los cuales abarcaron especialmente el tema de aspectos legales. Además, se ordenó la información de las principales normativas dentro de una línea de tiempo para resaltar la organización del marco legal general y las regulaciones sobre las plantas de procesamiento de macroalgas, debido a que se considera un desafío global el establecimiento de prácticas y políticas sustentables en torno a procesamiento y refinado de macroalgas (Palatnik y Zilberman, 2017).

Finalmente, se organizaron los aspectos a resaltar al ser buenas prácticas (fortalezas), los aspectos que se necesitan dentro del marco legal, faltan regular o mejorar (necesidades), y los desafíos que enfrentan para poder emplearse y desempeñarse correctamente.



3. Resultados

Se identificaron 71 normativas, de las cuales se obtuvieron 10 DS, 52 RM y 9 OR. La base de datos predominante fue *El Peruano* ($n = 56$). Tras la revisión de las normativas citadas, se adicionaron 15 documentos. Todas las normativas recuperadas se encuentran en la Tabla S1, (Material Suplementario), ordenadas por año de promulgación.

En el análisis temático predominaron los aspectos legales, especialmente en relación con la licencia y autorización ($n = 57$), así como de sanciones ($n = 51$). Asimismo, destacaron otros temas como la fiscalización ($n = 52$) y los organismos/instituciones ($n = 56$). En cuanto a los grupos taxonómicos, las algas pardas (Phaeophyceae) fueron las más mencionadas ($n = 48$) (figura 2).

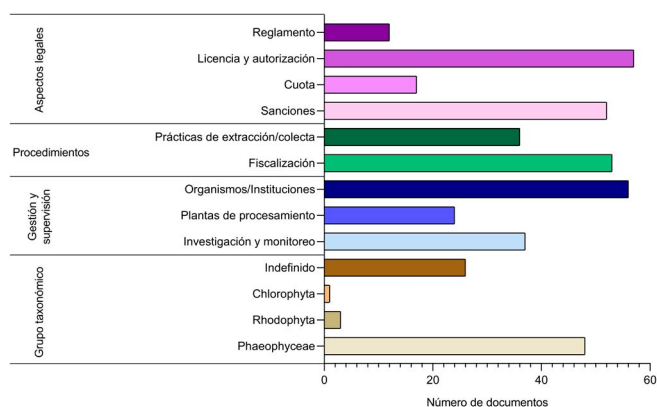


Figura 2. Número de normativas según las temáticas abordadas en los documentos analizados ($n = 71$). Se recalca que la temática puede ser incluida en mención o cita. Cada documento puede abarcar más de una temática.

Se mencionaron algunas instituciones clave en las normativas y sus funciones en la fiscalización de la actividad: 1) Ministerio de Producción (Produce), competente en pesquería, acuicultura, industria y comercio interno; 2) Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística (OGTIE) de Produce, encargada de encuestas anuales sobre aspectos pesqueros y socioeconómicos en colaboración con otras dependencias; y 3) Dirección General de Seguimiento, Control y Vigilancia (DIGSECOVI) de Produce, responsable de acciones de seguimiento y vigilancia para garantizar el cumplimiento del ROPMM y otras normativas vigentes.

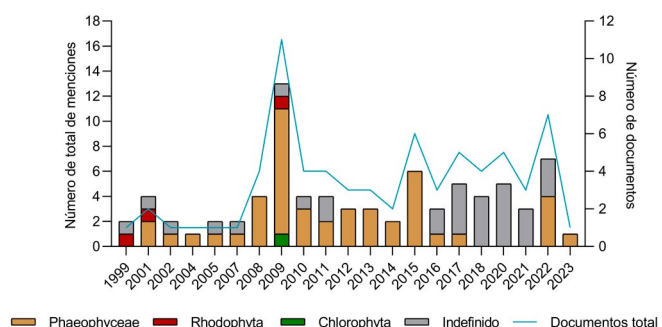
Sobre los gobiernos regionales, estos tienen competencia en Pesquería, y abarcan la promoción, gestión y regulación de actividades económicas y productivas. La Gerencia Regional de la Producción presenta documentos para el desarrollo de la actividad extractiva de algas marinas a la Gerencia General del Gobierno Regional. Además, expide y administra la documentación técnica y normativa, acredita inspectores y supervisa el cumplimiento de la normativa. En investigación y monitoreo, se destacan el Imarpe y el Instituto Tecnológico Pesquero (ITP). La

participación comunitaria involucra a organizaciones sociales de pescadores que proponen y forman Comités Regionales de Vigilancia de Pesca Artesanal (COREVIPAS).

En cuanto a las sanciones, destacan aquellas de naturaleza económica, expresadas en multas en unidades de Unidad Impositiva Tributaria (UIT). Las medidas cautelares varían según la infracción e incluyen el decomiso del recurso, de aparejos o sistemas; y en el caso de plantas de procesamiento, se puede llevar a cabo la suspensión de la licencia de operación por cinco días.

La ley que sentó las bases para el aprovechamiento responsable de los recursos hidrobiológicos en el Perú es la Ley General de Pesca de 1992. En esta investigación, el documento encontrado más antiguo fue la Resolución Ministerial 007-99-PE de 1999. Tras su emisión, se vio un progreso en el desarrollo del marco legal para la regulación de las macroalgas, principalmente sobre algas pardas, debido a su alta demanda con fines de exportación (figuras 3, 4, 5).

Figura 3. Número de documentos ($n = 71$) y la variación de la mención de



grupos taxonómicos por año a través del tiempo. Se recalca que el grupo taxonómico puede ser referido con nombre común o especie dentro de la normativa.

Un hito importante en la normativa se produjo en 2009, con la aprobación del Reglamento de Ordenamiento Pesquero de las Macroalgas Marinas (ROPMM). Este documento abarcó una mayor diversidad taxonómica, *Chondracanthus chamissoi*, *Gracilariopsis lemaneiformis* (previamente *Gracilaria lemaneiformis*), *Porphyra* spp., *Lessonia berteroa* (previamente *L. nigrescens*), *L. trabeculata* y *Macrocystis pyrifera* (incluyendo a *M. integrifolia*) y *Ulva* spp. Además, buscó promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica (DS 019-2009-PRODUCE).

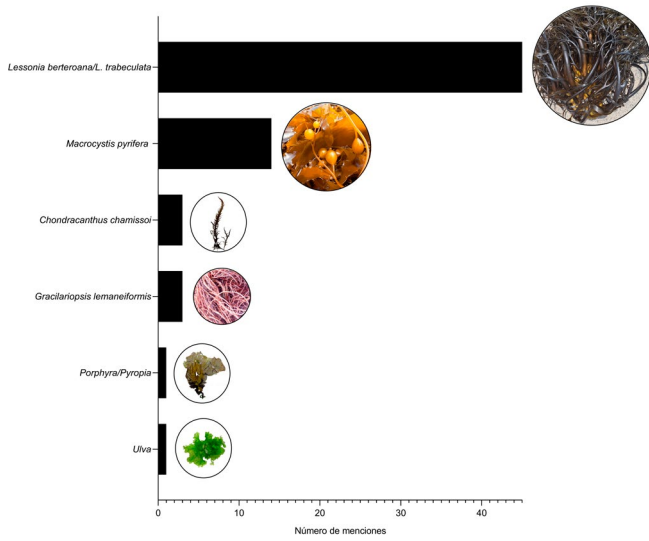


Figura 4. Número de menciones de especies/géneros de macroalgas en un total de 71 documentos analizados.

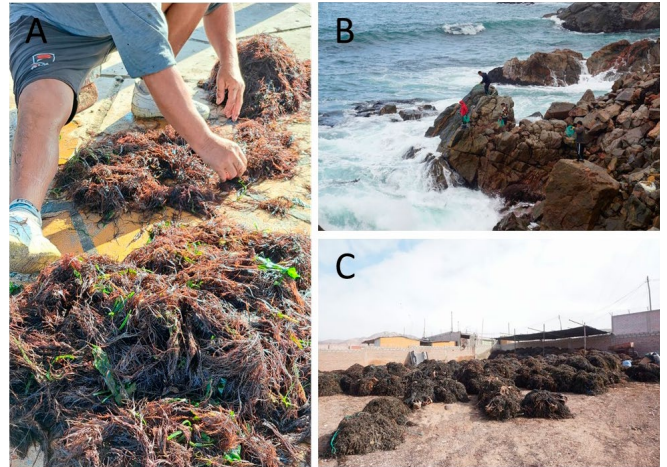


Figura 5. Obtención de macroalgas marinas en Perú. A) «Yuyo» *Chondracanthus chamissoi* extraído de praderas naturales. B) Colecta de algas pardas durante marea alta utilizando cuerda y gancho o «araña». C) Almacén de algas pardas.

Se identificaron las zonas donde predominó la regulación de la extracción de macroalgas pardas (figura 6), puntos ubicados principalmente en el litoral sur de Ica y en el litoral de Arequipa. Cabe resaltar que existieron

normativas ($n = 6$) en relación con la autorización/prohibición de la extracción/acopio o colecta del recurso que fueron aplicadas temporalmente a todo el litoral peruano (Tabla S2, Material Suplementario).

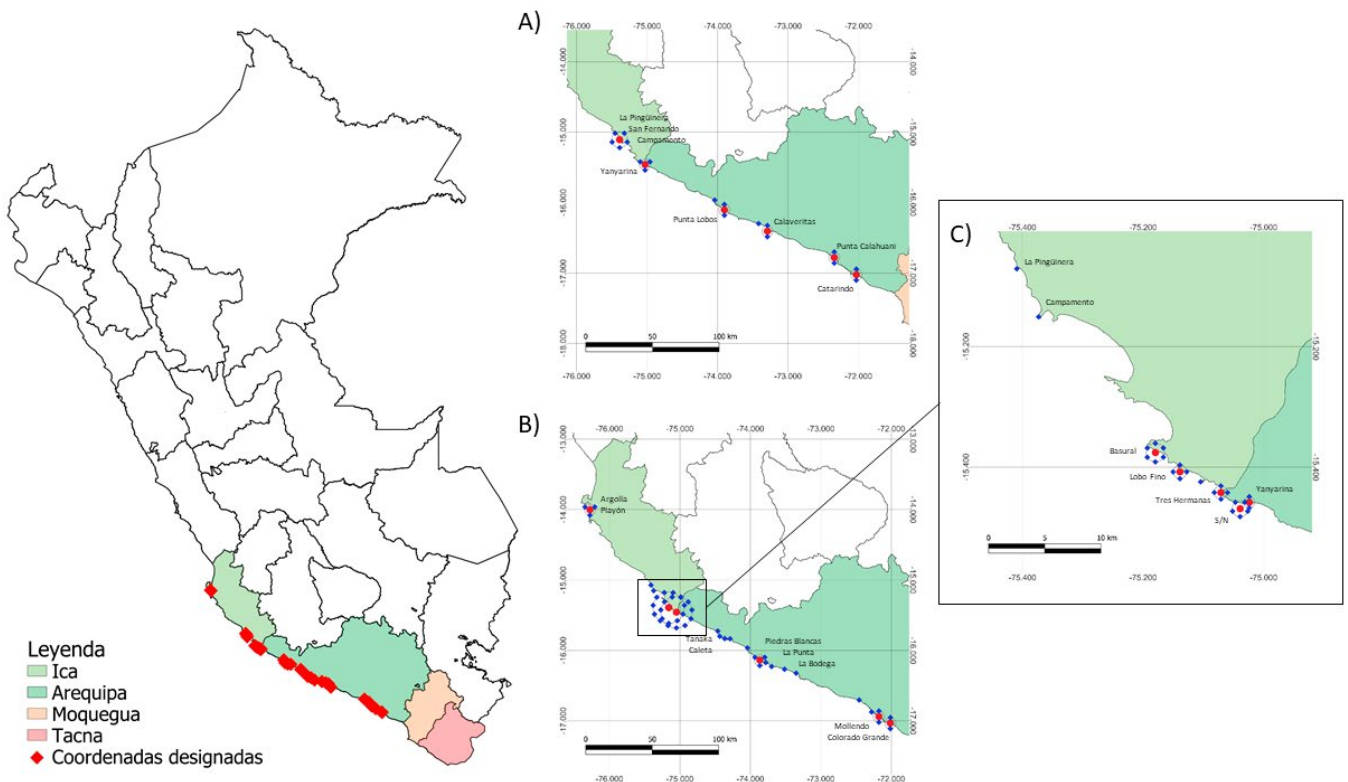


Figura 6. Puntos históricos regionales donde se aplicaron normativas que regularizan la autorización o prohibición de zonas de extracción, acopio, recolecta y siega de macroalgas marinas. Las coordenadas designadas hacen referencia a aquellos puntos donde se regularizó focalmente la actividad de pesquería de macroalgas. Del total de documentos obtenidos, 19 tienen jurisdicción en Ica, 28 en Arequipa, 3 en Moquegua y 1 en Tacna. (A) Puntos donde se regularizó focalmente la actividad hasta 2009. (B) Puntos donde se regularizó focalmente la actividad desde 2010 hasta abril de 2023. (C) Acercamiento del área entre las regiones de Ica y Arequipa en donde confluyen varios puntos desde 2010 hasta abril de 2023. El número de puntos en los círculos azules indican la cantidad de veces que un punto en específico (en rojo) fue regulado en el periodo correspondiente.



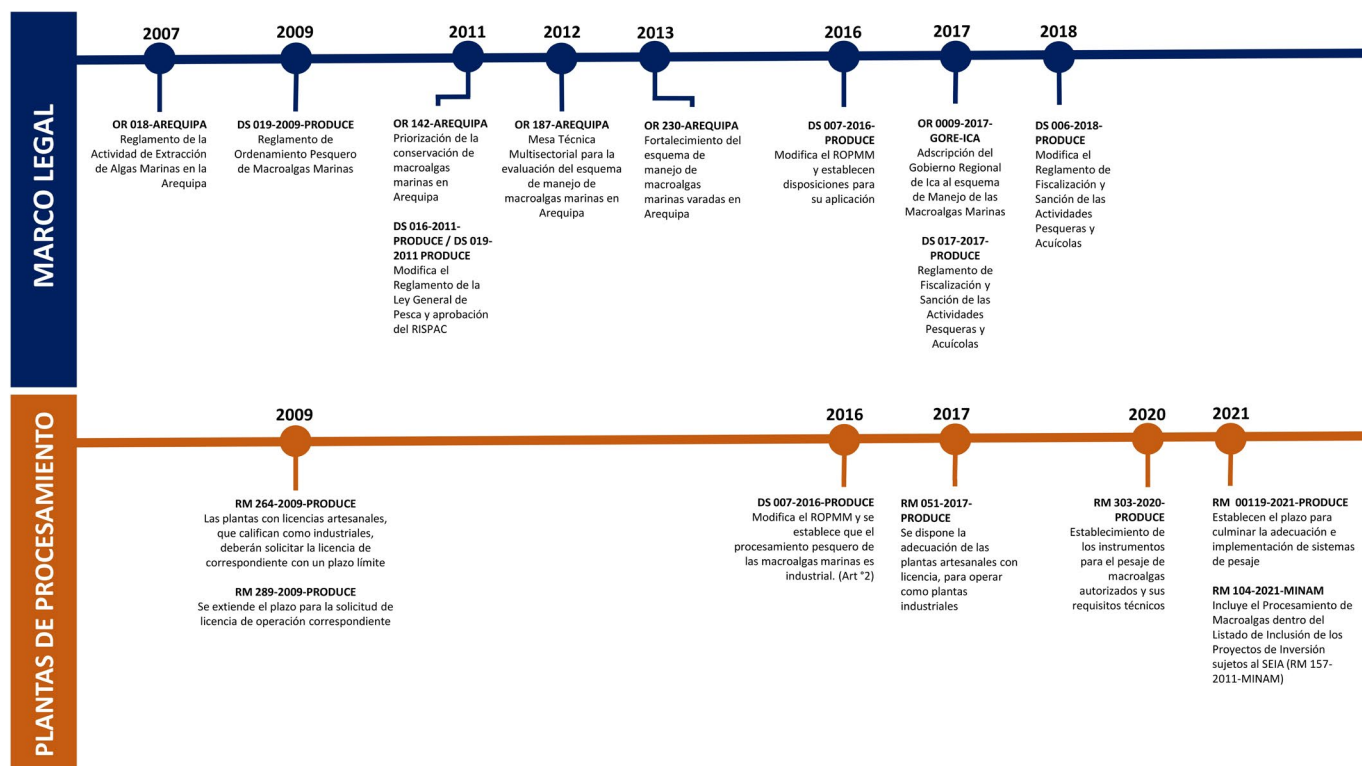


Figura 7. Línea de tiempo de la publicación e instalación de normativas relacionadas con las macroalgas en el Perú. En azul se indica el marco legal general más resaltante. En naranja se indican las normas que tienen como principal objeto o mencionan a las plantas de procesamiento.

Tabla 2. Análisis de fortalezas, necesidades y desafíos sobre la legislación de macroalgas en el Perú

Tema	Fortalezas	Necesidades	Desafíos
Aspectos legales	<ul style="list-style-type: none"> Establece una base sólida y clara para la emisión de medidas de conservación y ordenación pesquera Las autorizaciones son para pescadores artesanales y personas naturales «tradicionalmente dedicadas» a la actividad, residentes de la jurisdicción 	<ul style="list-style-type: none"> Normativas y regulaciones que abarquen sectores «emergentes» como la acuicultura, bioseguridad, recreación, servicios ecosistémicos, etc. Planificación espacial marítima 	<ul style="list-style-type: none"> Descoordinación entre el gobierno central y los gobiernos regionales Conflictos sociales entre pescadores artesanales y personas naturales
Procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> Especificación sobre técnicas y aparatos permitidos para la obtención del recurso Promoción del uso de sistemas de rotación en áreas de extracción 	<ul style="list-style-type: none"> Organización y difusión de información sobre el mercado Capacitaciones y seguimiento de actores y fiscalizadores Educación ambiental, sensibilización, y concientización de la población 	<ul style="list-style-type: none"> Agentes oportunistas que realizan y desordenan la actividad Control y fiscalización limitada en territorios de difícil acceso
Gestión y supervisión	<ul style="list-style-type: none"> Requerimiento de un Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) para la instalación de una planta de procesamiento Prohibición de la utilización de molinos móviles 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de un esquema de manejo del recurso de manera interinstitucional Normativas y regulaciones que incentiven la conservación y repoblamiento Incentivar la producción y elaboración de derivados para generar valor agregado 	<ul style="list-style-type: none"> Vacíos en la investigación tecnológica y aplicada Falta de inversión en proyectos biotecnológicos a mayor escala
Grupo taxonómico	<ul style="list-style-type: none"> Normativa dirigida principalmente hacia las algas de mayor exportación (algas pardas) 	<ul style="list-style-type: none"> Esclarecer las identidades taxonómicas de las especies comerciales y potencialmente comerciales (i. e., Ulva, Porphyra, Pyropia) Capacitaciones para el reconocimiento en campo 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de atención e inversión en la investigación básica

Nota. Tomado de Vega (2020).

En el marco legal, se destacaron el ROPMM y el Reglamento de Fiscalización y Sanción de Actividades Pesqueras y Acuícolas (DS 019-2009-PRODUCE y DS 019-2011-PRODUCE). También se hallaron reglamentos regionales como el de Extracción de Algas Marinas (OR 018-AREQUIPA).

El ROPMM inicialmente clasificó el procesamiento de macroalgas para consumo humano en dos categorías: industrial y artesanal. En 2016, mediante el DS 007-2016-PRODUCE, se modificó para calificar el procesamiento exclusivamente como industrial. Esto impulsó la necesidad de adaptar las plantas, reglamentada por la RM 051-2017-PRODUCE (figura 7).

El análisis de los 71 documentos recuperados permitió identificar fortalezas, necesidades y desafíos en la legislación peruana de macroalgas (tabla 2). En términos generales, el marco normativo mostró una base sólida con aspectos claros y específicos, principalmente sobre algas pardas. Sin embargo, se identificaron necesidades y desafíos relacionados con conflictos sociales, participación de agentes oportunistas, falta de desarrollo de normativas para sectores «emergentes» y vacíos de información en investigación básica y aplicada, incluyendo la correcta identificación de especies o complejos de especies comerciales y potencialmente comerciales.

4. Discusión

Durante la recopilación de información, se obtuvieron numerosos documentos, pero solo algunos fueron relevantes para el tema de interés. Esto resalta la necesidad de mejorar la eficiencia y precisión de las páginas web utilizadas en el estudio para optimizar la obtención de información (Montes, 2004). Se sugiere realizar la comparación de la eficiencia en el desempeño de portales electrónicos (Lee y Morrison, 2010), utilizando como referencia instituciones de países con contextos similares al del Perú, como el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) en Chile.

Dentro de los resultados, el documento más antiguo es de 1999. Durante el evento El Niño de 1997 ocurrió una mortandad masiva de «sargazo» *M. pyrifera* en el centro del país (Llellish *et al.*, 2001). Esto, en conjunto con el interés por explotar el recurso, llevó al Imarpe a realizar estudios sobre *Lessonia* spp. (Llellish, 2020). Lo anterior indica que la presión sobre las algas pardas incentivó la creación de las normativas y el reconocimiento de la importancia y potencial de las macroalgas como recurso pesquero por parte del Estado (Márquez y Vásquez, 2020; Tejada, 2019).

En el Perú, el aprovechamiento sostenible y la gestión de los recursos hidrobiológicos está a cargo de Produce. De acuerdo con la Ley General de Pesca (Gobierno de Emergencia y Reconstrucción Nacional, 1992), esto se realiza con base en sistemas de ordenamiento, según el tipo de pesca y la situación del recurso. No obstante, se

ha señalado que esta ley presenta un objetivo de política de Estado muy general, lo cual genera un riesgo constante en el manejo sostenible de los recursos pesqueros (Benavente, 2018).

En el análisis se identificaron las principales instituciones peruanas que cumplen un rol dentro de la fiscalización. Previamente se han reconocido inconsistencias en la organización de los gobiernos regionales, lo cual puede deberse a que su descentralización llevó a que tengan una relación inestable con el gobierno central (Carbajal, 2019). Esta situación, a su vez, ha llevado a la formación de conflictos entre pescadores y el Estado (Garteizgogeoasco *et al.*, 2020).

Según el análisis, las normativas imponen principalmente sanciones de carácter económico, como multas. Se evidencia una falta de organización y supervisión por parte de las instituciones, ya que se ha informado sobre la presencia de «biomasa no declarada» en las exportaciones (Avila-Peltroche y Villena-Sarmiento, 2022). Si bien esto ocurre con otros recursos y se atribuye a la ilegitimidad percibida en las autoridades debido a la corrupción (Guirkinger *et al.*, 2021), también podría vincularse a la inaccesibilidad del territorio. Se propone establecer sistemas que aseguren la trazabilidad y difundir pautas claras sobre el registro y declaración de las extracciones. Esto garantizaría la obtención de información precisa y estandarizada, facilitando así la elaboración y ajuste de un plan de manejo efectivo (Oceana, 2021).

Al realizar el análisis de los documentos, se identificó el uso de terminología general, como «recurso algas marinas», «diversas especies de algas marinas» o «algas», lo cual evidencia la necesidad de ampliar y actualizar las normativas para comprender adecuadamente la diversidad y el potencial de las macroalgas en el país. Se debe resaltar que la correcta clasificación de los organismos, desde un enfoque morfológico y molecular, es sumamente importante para el desarrollo de investigaciones biológicas y un manejo adecuado del recurso, como es en el caso de *Ulva* (Bolton, 2020), *Porphyra/Pyropia* spp. (Márquez y Vásquez, 2020; Meynard *et al.*, 2019) y *C. chamissoi* (Arakaki *et al.*, 2021).

En el ROPMM se indican 7 especies, pero este no ha sido actualizado para reflejar los últimos cambios en cuanto a nomenclatura (Macaya y Zuccarello, 2010; Pérez-Araneda *et al.*, 2021; Salavarría *et al.*, 2018). Asimismo, los resultados reflejaron que la normativa se enfoca principalmente en *L. berteriana/L. trabeculata*. Se debe considerar que existe actividad extractiva de otras algas que no presentan medidas regulatorias claras, como *C. chamissoi* (Zapata, 2018) y *Porphyra/Pyropia* spp. (Avila-Peltroche y Padilla-Vallejos, 2020; Noriega-Cardó, 2016). De igual manera, se debe resaltar el incremento del interés sobre otras especies con potencial económico como *Eisenia cokeri* (Rodríguez *et al.*, 2018). Además, se ha registrado el consumo de algas de agua dulce como



Monostroma quaternarium, *Cladophora glomerata* y *C. crispata* (Canales-Gutiérrez y Gutiérrez-Flores, 2021; Guevara, 2015). Si bien estas no presentan un gran alcance comercial, se debe resaltar su utilización tradicional local, su composición nutricional y su potencial (Canales-Gutiérrez y Gutiérrez-Flores, 2021; Noriega, 2011).

De acuerdo con la figura 6, se evidenció que la mayoría de normativa emitidas se enfocan en la zona sur del Perú, y giraron en torno a la temática de licencia y autorización de la extracción, colecta y acopio de algas pardas. En 2014 el Imarpe registró 146 varaderos de este grupo, y ubicó 91 en Ica, 76 en Arequipa, 8 en Moquegua y 6 en Tacna (Imarpe, 2014, como se citó en Lleellish, 2020). Esto refleja nuevamente la centralización de las normas sobre este taxón.

A pesar de que Ica y Arequipa son las regiones que presentan más regulaciones focales en torno a la extracción/colecta de macroalgas, se evidencia aún la persistencia de la realización de estas actividades de manera ilegal en estas áreas (Andina, 2009; *La Opinión*, 2022; Environmental Justice Atlas, 2019; Orihuela, 2019). Esto ha llevado a la generación de impactos socioeconómicos, como conflictos (Noticias De ICA, 2017; Orihuela, 2019), y evidencia la necesidad de capacitar a los fiscalizadores para poder llevar a cabo un mayor control sobre el recurso. Sin embargo, un aspecto indispensable es la educación sobre la importancia ecológica, así como la promoción de la participación comunitaria dentro de su regularización para una mayor eficiencia.

Las normativas sobre las plantas de procesamiento de macroalgas se centran exclusivamente en la materia prima y no consideran el desarrollo de productos derivados. En el Perú, el procesamiento se define como el «molido o picado de algas marinas» (Mamani *et al.*, 2020) y es calificado como actividad industrial por el ROPMM. Sin embargo, los procesos industriales relacionados con las algas involucran la producción y transformación completa de la biomasa de manera mecánica o química (Verdelho *et al.*, 2022). Esta limitación contribuye a la falta de desarrollo en el uso comercial de especies locales y la ausencia de avances e innovaciones en las técnicas de procesamiento y obtención de productos derivados (Hurtado *et al.*, 2019).

El ROPMM calificó a las macroalgas como un «proveedor de bienes y servicios ambientales» (artículo 1, DS 019-2009-PRODUCE). Pese a ello, se ha identificado que el marco legislativo peruano prioriza el cuidado de los componentes individuales de un ecosistema y no de los procesos ecológicos que llevan a cabo. Por esta razón, Reyes (2021) enfatiza que es necesario implementar cambios legales para solucionar estas deficiencias teórico-conceptuales. Otro punto para considerar es que los servicios que proveen son cuantificables; por ejemplo, en Chile, las praderas de *Lessonia* y *Macrocystis* presentan un valor de US\$ 540 millones (Vásquez *et al.*, 2014). Este tipo de evaluaciones en el Perú podría brindar una perspectiva

más profunda al aporte real de los hábitats formados por macroalgas en términos económicos.

El cultivo de macroalgas es una práctica reciente en el Perú; no obstante, es importante reconocer que se puede transferir el conocimiento y experiencia de países con una industria más establecida, como China o Chile, y adaptarlo a las condiciones nacionales (Hu *et al.*, 2021; Zheng *et al.*, 2019). Por esto, es necesario desarrollar reglamentos y manuales claros sobre prácticas asertivas, para orientar adecuadamente esta actividad, teniendo en cuenta el principio precautorio y promoviendo un crecimiento sostenible y responsable.

5. Conclusión

A partir de los 71 documentos analizados, se identificaron como temáticas predominantes los aspectos legales sobre licencia y autorización, los cuales se emitieron principalmente en las regiones de Ica y Arequipa. Se destaca la fortaleza de la normativa al contar con una base centrada de algas pardas, así como los desafíos que enfrenta para su desarrollo, ya sean los conflictos sociales, la intervención de agentes oportunistas, la falta de normativas para sectores «emergentes» y la falta de información en investigación tecnológica, aplicada y taxonómica.

Anticipando el crecimiento y expansión de esta industria en el Perú, es necesario atender y fortalecer los siguientes puntos:

- Mejorar la eficiencia y precisión de las páginas web para optimizar, garantizar y facilitar la información al público.
- Establecer sistemas que garanticen la trazabilidad del recurso para disminuir y eliminar la «biomasa no declarada» de los reportes sobre exportaciones.
- Realizar mayor investigación taxonómica, esclarecer la biodiversidad de especies y revisar su potencial dentro del mercado.
- Impulsar la coordinación interinstitucional para la elaboración y ejecución de regulaciones, así como para la resolución de conflictos.
- Promover el desarrollo de la industria de las macroalgas a mayor escala, así como la expansión, bioseguridad e innovación de técnicas de procesamiento y obtención de productos derivados.
- Potenciar la industria de la acuicultura mediante el incentivo hacia la población y a inversionistas.
- Tomar en mayor consideración la gobernanza del recurso con una visión ecosistémica. Iniciar esto con la evaluación económica de los servicios que proveen.

Se hace el llamado a las autoridades y a los tomadores de decisiones para considerar la información presentada en esta investigación. Se requieren acciones proactivas y se subraya la importancia de continuar la conversación sobre la legislación y regulación de recursos hidrobiológicos particulares, como las macroalgas, dado el gran potencial que tienen en la pesquería y acuicultura peruana.

Contribución de autoría

KGL realizó el planteamiento, la revisión de antecedentes, la revisión bibliográfica, la redacción preliminar y es el autor de correspondencia. JAP realizó el planteamiento, la supervisión, la redacción preliminar y elaboró los gráficos.

Financiamiento

Los autores declaran que no hubo financiamiento.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.



Referencias bibliográficas

- Alexander, K. A., Potts, T. P., Freeman, S., Israel, D., Johansen, J., Kletou, D., Meland, M., Pecorino, D., Rebours, C., Shorten, M. y Angel, D. L. (2015). «The implications of aquaculture policy and regulation for the development of integrated multi-trophic aquaculture in Europe». *Aquaculture*, 443, pp. 16-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.03.005>
- Andina. (2009). «Ica: Detectan y sancionan extracción ilegal de 16,000 kilos de macroalgas». Andina. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-ica-detectan-y-sancionan-extraccion-ilegal-16000-kilos-macroalgas-559975.aspx>
- Arakaki, N., Suárez-Alarcón, S., Márquez-Corigliano, D., Gil-Kodaka, P. y Tellier, F. (2021). «The widely distributed, edible seaweeds in Peru, *Chondracanthus chamissoi* and *Chondracanthus chamissoi* f. *glomeratus* (Gigartineae, Rhodophyta), are morphologically diverse but not phylogenetically distinct». *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(6), pp. 1290-1311. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jwas.12849>
- Arbaiza, S., Gil-Kodaka, P., Arakaki, N. y Alveal, K. (2019). «Primeros estadios de cultivo a partir de carpósporas de *Chondracanthus chamissoi* de tres localidades de la costa peruana». *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 54(2), pp. 204-213. Disponible en: <https://doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.2.1901>
- Ávila-Peltroche, J. y Padilla-Vallejos, J. (2020). «The seaweed resources of Peru». *Botanica Marina*, 63(4), pp. 381-394. Disponible en: <https://doi.org/10.1515/bot-2020-0026>
- Avila-Peltroche, J. y Villena-Sarmiento, G. (2022). «Analysis of Peruvian seaweed exports during the period 1995-2020 using trade data». *Botanica Marina*, 65(3), pp. 209-220. Disponible en: <https://doi.org/10.1515/bot-2022-0002>
- Bellanger, M., Speir, C., Blanchard, F., Brooks, K., Butler, J. R. A., Crosson, S., Fonner, R., Gourguet, S., Holland, D. S., Kuikka, S., Le Gallic, B., Lent, R., Libecap, G. D., Lipton, D. W., Nayak, P. K., Reid, D., Scemama, P., Stephenson, R., Thébaud, O. y Young, J. C. (2020). «Addressing Marine and coastal governance conflicts at the interface of multiple sectors and jurisdictions». *Frontiers in Marine Science*, 7, 544440. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.544440>
- Benavente, S. (2018). *Formulación de estándares en la Ley General de Pesca para regular y orientar la discrecionalidad administrativa del Estado peruano respecto de la toma de decisiones concernientes al manejo sostenible de los recursos hidrobiológicos y evitar su sobreexplotación. Análisis de las disposiciones del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO y de la legislación comparada de Australia, Canadá, Chile, Estados Unidos, Nueva Zelanda y la Unión Europea*. [Trabajo académico de segunda especialidad en Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Bokov, D. O., Potanina O. G., P., Nikulin A. V., Shchukin V. M., Orlova, V. A., Bagirova, G. B., Kakhramanova, S. D., Al-Khafaji, H., Balobanova, N. P., Evgrafov, A. A., Samylina, I. A., Krasnyuk II, Jr., Golubeva, O. A., Kuleshova, E. S., Moiseev, D. V. y Bessonov, V. V. (2020). «Modern approaches to the analysis of Kelp (*Laminaria* sp.) as Pharmacopoeial herbal drugs and food products». *Pharmacognosy Journal*, 12(4), pp. 929-937. Disponible en: <https://doi.org/10.5530/pj.2020.12.132>
- Bolton, J. J. (2020). «The problem of naming commercial seaweeds». *Journal of Applied Phycology*, 32(2), pp. 751-758. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01928-0>
- Cai, J., Lovatelli, A., Aguilar-Manjarrez, J., Cornish, L., Dabbadie, L., Desrochers, A., Differy, S., Garrido Gamarro, E., Geehan, J., Hurtado, A., Lucente, D., Mair, G., Miao, W., Potin, P., Przybyla, C., Reantaso, M., Roubach, R., Tauati, M. y Yuan, X. (2021). *Seaweeds and microalgae: An overview for unlocking their potential in global aquaculture development*. Roma: FAO. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cb5670en>
- Calderón, M., Ramírez, M. E. y Bustamante, D. (2011). «Notas sobre tres especies de Gigartineae (Rhodophyta) del litoral peruano». *Revista Peruana de Biología*, 17(1), pp. 115-121. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i1.59>
- Campbell, I., Kambey, C. S. B., Mateo, J. P., Rusekwa, S. B., Hurtado, A. Q., Msuya, F. E., Stentiford, G. D. y Cottier-Cook, E. J. (2020). «Biosecurity policy and legislation for the global seaweed aquaculture industry». *Journal of Applied Phycology*, 32(4), pp. 2133-2146. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10811-019-02010-5>
- Canales-Gutiérrez, Á. y Gutiérrez-Flores, I. R. (2021). «Transplanting colonies of *Cladophora crispata* susceptible to die to increase the available biomass: Strategy for sustainability and food security in Lake Titicaca». *Scientia Agropecuaria*, 24(2), pp. 169-174. Disponible en: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.019>
- Carbajal, A. F. (2019). *Asamblea Nacional de Gobierno Regionales: auge y caída de una relevancia pública*. [Tesis de licenciatura en Ciencia Política y Gobierno, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Carlson, R. R., Foo, S. A., Burns, J. H. R. y Asner, G. P. (2022). «Untapped policy avenues to protect coral reef ecosystems». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(49), e2117562119. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.2117562119>
- Chakraborty, S., Bhattacharya, T., Singh, G. y Maity, J. P. (2014). «Benthic macroalgae as biological indicators of heavy metal pollution in the marine environments: A biomonitoring approach for pollution assessment». *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 100, pp. 61-68. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.12.003>
- Chalkley, R., Child, F., Al-Thaqafi, K., Dean, A. P., White, K. N. y Pittman, J. K. (2019). «Macroalgae as spatial and temporal bioindicators of coastal metal pollution following remediation and diversion of acid mine drainage». *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 182, 109458. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109458>
- Cheng, J., Jia, N., Chen, R., Guo, X., Ge, J. y Zhou, F. (2022). «High-resolution mapping of seaweed aquaculture along the Jiangsu Coast of China using Google Earth Engine (2016-2022)». *Remote Sensing*, 14(24), 6202. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs14246202>
- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. (24 de julio de 2007). *Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables*. *Diario Oficial de la Federación*, México.
- Crowder, L. B., Osherenko, G., Young, O. R., Airamé, S., Norse, E. A., Baron, N., Day, J. C., Douvère, F., Ehler, C. N., Halpern, B. S., Langdon, S. J., McLeod, K. L., Ogden, J. C., Peach, R. E., Rosenberg, A. A. y Wilson, J. A. (2006). «Resolving Mismatches in U.S. Ocean Governance». *Science*, 313(5787), 617-618. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.1129706>
- Da Silva, E. G., Castilho-Barros, L. y Henriques, M. B. (2022). «Economic feasibility of integrated multi-trophic aquaculture (mussel *Perna perna*, scallop *Nodipecten nodosus* and seaweed *Kappaphycus alvarezii*) in Southeast Brazil: A small-scale aquaculture farm model». *Aquaculture*, 552, 738031. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738031>
- Dahlstrom, A., Hewitt, C. L. y Campbell, M. L. (2011). «A review of international, regional and national biosecurity risk assessment frameworks». *Marine Policy*, 35, pp. 208-217.

- Environmental Justice Atlas. (2019).** «Extracción ilegal de algas marinas en la región Ica, Perú». Disponible en: <https://ejatlas.org>
- Flores, D., Zavala, J., Donayre, S., Guardia, A. y Sarmiento, H. (2015).** «Evaluación poblacional de *Chondracanthys chamissoi* (C. Agardh, 1820) en las Bahías de Pisco y Paracas, Otoño 2010». *Informe IMARPE*, 42(4).
- Garteizgogeoasca, M., Kluger, L. C., Gonzales, I. E., Damonte, G. y Flitner, M. (2020).** «Contextualizing scenarios to explore social-ecological futures: A three step participatory case study for the Humboldt Current Upwelling System». *Frontiers in Marine Science*, 7, 557181. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.557181>
- Gattuso, J.-P., Gentili, B., Duarte, C. M., Kleypas, J. A., Middelburg, J. J. y Antoine, D. (2006).** «Light availability in the coastal ocean: Impact on the distribution of benthic photosynthetic organisms and their contribution to primary production». *Biogeosciences*, 3(4), pp. 489-513. Disponible en: <https://doi.org/10.5194/bg-3-489-2006>
- Gjertsen, A., Bay-Larsen, I., Bjørkhaug, H. y Vangelsten, B. V. (2020).** «Access to areas for algae cultivation in Norway». *Marine Policy*, 115, 103853. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103853>
- Gobierno de Emergencia y Reconstrucción Nacional. (21 de diciembre de 1992).** Decreto Ley N.° 25977. Ley General de Pesca. Diario Oficial *El Peruano*.
- Guevara, J. (2015).** *Contenido de minerales y ácidos grasos omega-3 en huevos de gallinas ponedoras, alimentadas con harina de algas (Ulva spp.)*. [Tesis de maestría en Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional Agraria la Molina].
- Guirkinger, L., Rojas-Perea, S., Ender, I., Ramsden, M., Lenton-Lyons, C. y Geldmann, J. (2021).** «Motivations for compliance in Peruvian manta ray fisheries». *Marine Policy*, 124, 104315. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104315>
- Hu, Z., Shan, T., Zhang, J., Zhang, Q., Critchley, A. T., Choi, H., Yotsukura, N., Liu, F. y Duan, D. (2021).** «Kelp aquaculture in China: A retrospective and future prospects». *Reviews in Aquaculture*, 13(3), pp. 1324-1351. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/raq.12524>
- Hurtado, A. Q., Neish, I. C. y Critchley, A. T. (2019).** «Phycology: The extensive cultivation of seaweeds, their sustainability and economic value, with particular reference to important lessons to be learned and transferred from the practice of eucheumatoid farming». *Phycologia*, 58(5), pp. 472-483. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1625632>
- Jolly, C. M., Nyandat, B., Yang, Z., Ridler, N., Matias, F., Zhang, Z., Murekezi, P. y Menezes, A. (2023).** «Dynamics of aquaculture governance». *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(2), pp. 427-481. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jwas.12967>
- Kambey, C. S. B., Campbell, I., Sondak, C. F. A., Nor, A. R. M., Lim, P. E. y Cottier-Cook, E. J. (2020).** «An analysis of the current status and future of biosecurity frameworks for the Indonesian seaweed industry». *Journal of Applied Phycology*, 32(4), pp. 2147-2160. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10811-019-02020-3>
- Krause-Jensen, D., Lavery, P., Serrano, O., Marbà, N., Masque, P. y Duarte, C. M. (2018).** «Sequestration of macroalgal carbon: The elephant in the Blue Carbon room». *Biology Letters*, 14(6), 20180236. Disponible en: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0236>
- La Opinión. (3 de septiembre de 2022).** «Fiscalía Ambiental realiza acciones para erradicar colecta ilegal de macroalgas marinas en la Reserva de Paracas». Disponible en: <https://diariolaopinion.pe/2022/09/03/fiscalia-ambiental-realiza-acciones-para-erradicar-colecta-ilegal-de-macroalgas-marinas-en-la-reserva-de-paracas/>
- Leandro, A., Pereira, L. y Gonçalves, A. M. M. (2019).** «Diverse applications of Marine Macroalgae». *Marine Drugs*, 18(1), 17. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/md18010017>
- Lee, J. y Morrison, A.M. (2010).** «A comparative study of web site performance». *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 1(1), pp. 50-67. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/17579881011023016>
- Lewis, R. L., Rudd, M. A., Al-Hayek, W., Baldwin, C., Beger, M., Lieske, S. N., Jones, C., Satumanatpan, S., Junchompoo, C. y Hines, E. (2016).** «How the DPSIR framework can be used for structuring problems and facilitating empirical research in coastal systems». *Environmental Science & Policy*, 56, pp. 110-119. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.11.001>
- Llellish, M. A. (2020).** *Impacto del evento El Niño (ENSO) 1997-1998 en las praderas de *Lessonia trabeculata* en Punta Coles, Ilo*. [Tesis de maestría en Recursos Acuáticos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Llellish, M., Fernandez, E. y Hooker, Y. (2001).** «Disturbancia del bosque submareal de *Macrocystis pyrifera* durante El Niño 1997-1998 en la Bahía de Pucusana». En: K. Alveal y T. Antezana (eds.), *Sustentabilidad de la biodiversidad un problema actual: bases científico-técnicas, teorizaciones y proyecciones* (pp. 331-350). Concepción: Universidad de Concepción. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4609.4248>
- Loayza-Aguilar, R. E., Huamancondor-Paz, Y. P., Saldaña-Rojas, G. B. y Olivios-Ramirez, G. E. (2023).** «Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA): Strategic model for sustainable mariculture in Samanco Bay, Peru». *Frontiers in Marine Science*, 10, 1151810. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1151810>
- Macaya, E. y Zuccarello, G. (2010).** «Genetic structure of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* along the southeastern Pacific». *Marine Ecology Progress Series*, 420, pp. 103-112. Disponible en: <https://doi.org/10.3354/meps08893>
- Macreadie, P. I., Jarvis, J., Trevathan-Tackett, S. M. y Bellgrove, A. (2017).** «Seagrasses and macroalgae: Importance, vulnerability and impacts». En B. F. Phillips y M. Pérez-Ramírez (eds.), *Climate change impacts on fisheries and aquaculture* (pp. 729-770). John Wiley & Sons, Ltd. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/9781119154051.ch22>
- Mamani, J., Chávez, J., Apumayta, E. y Gil-Kodaka, P. (2020).** «Antioxidant activity and total phenolic content in *Caulerpa filiformis* (Chlorophyta) from Sechura Bay and Paracas Bay, Peru». *Revista Peruana de Biología*, 27(1), pp. 061-066. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i1.17596>
- Marinho-Soriano, E. (2017).** «Historical context of commercial exploitation of seaweeds in Brazil». *Journal of Applied Phycology*, 29(2), pp. 665-671. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0866-8>
- Márquez, R. y Vásquez, J. A. (2020).** El extractivismo de las algas pardas en el norte de Chile. *European Review of Latin American and Caribbean Studies*, (110), 101. Disponible en: <https://doi.org/10.32992/erlacs.10590>
- Mateo, J., Campbell, I., Cottier-Cook, E., Luhan, M., Ferriols, V. y Hurtado, A. (2020).** «Analysis of biosecurity-related policies governing the seaweed industry of the Philippines». *Journal of Applied Phycology*, 32, pp. 2009-2022. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-020-02083-7>
- Meynard, A., Zapata, J., Salas, N., Betancourt, C., Pérez-Lara, G., Castañeda, F., Ramírez, M. E., Bulboa Contador, C., Guillemin, M. y Contreras-Porcía, L. (2019).** «Genetic and morphological differentiation of *Porphyra* and *Pyropia* species (Bangiales, Rhodophyta) coexisting in a rocky intertidal in Central Chile». *Journal of Phycology*, 55(2), pp. 297-313. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jpy.12829>
- Minhas, A., Kaur, B. y Kaur, J. (2020).** «Genomics of algae: Its challenges and applications». En: *Pan-genomics: Applications, challenges, and future prospects* (pp. 261-283). Elsevier. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817076-2.00013-5>



- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (17 de junio de 2016).** Ley 20925. Crea bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas. *Diario Oficial de Chile*.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. y Altman, D. (2009).** «Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement». *PLoS Medicine*, 6(7). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Montes, A. (2004).** «Arquitectura de información y usabilidad: nociones básicas para los profesionales de la información». *ACIMED*, 12(6). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1024-94352004000600004>
- Moreira, A., Cruz, S., Marques, R. y Cartaxana, P. (2022).** «The underexplored potential of green macroalgae in aquaculture». *Reviews in Aquaculture*, 14(1), 5-26. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/raq.12580>
- Muthee, K., Duguma, L., Wainaina, P., Minang, P. y Nzyoka, J. (2022).** «A review of global policy mechanisms designed for tropical forests conservation and climate risks management». *Frontiers in Forests and Global Change*, 4. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2021.748170>
- Noriega, C. (2011).** *Algas comestibles del Perú. El pan del futuro*. Lima: Universidad de San Martín de Porres.
- Noriega-Cardó, C. (2016).** «Algas marinas para la alimentación de los peruanos». *Turismo y Patrimonio*, 10, pp. 55-68. Disponible en: <https://doi.org/10.24265/turpatrim.2016.n10.04>
- Noticias De ICA. (Dir.). (15 de agosto de 2017).** «Pescadores se enfrentan a balazos en la playa Media Luna». Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=4NxgFA6VhXY>
- Oceana Chile. (2021).** *Caracterización e identificación de prácticas de manejo sostenible en la pesquería de algas pardas en la macrozona norte de Chile*. Santiago de Chile: Oceana Chile. Disponible en: <https://chile.oceana.org/wp-content/uploads/sites/19/2022/10/Informe-Algas-3-compressed.pdf>
- Orihuela, R. (2019).** «Empresas y algueros ilegales impulsan la depredación de los bosques subacuáticos en el sur peruano». Convoca.pe. Disponible en: <http://convoca.pe/investigacion/empresas-y-algueros-ilegales-impulsan-la-depredacion-de-los-bosques-subacuaticos-en>
- Ortiz-Moreno, M. L., Solarte-Murillo, L. V. y Sandoval-Parra, K. X. (2020).** «Biofertilization with Chlorophyta and Cyanophyta: An alternative for organic food production». *Acta Biológica Colombiana*, 25(2), pp. 303-313. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/abc.v25n2.77183>
- Palatnik, R. R. y Zilberman, D. (2017).** «Economics of natural resource utilization - The case of macroalgae». En A. A. Pinto y D. Zilberman (eds.), *Modeling, dynamics, optimization and bioeconomics II* (vol. 195, pp. 1-21). Nueva York: Springer International Publishing. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-55236-1_1
- Pérez-Araneda, K., Zevallos, S., Arakaki, N., Alex Gamarra, A., Carbajal, P. y Tellier, F. (2021).** «*Lessonia berteriana* en Perú: Comprobación de la identidad de la especie y diversidad genética en el borde norte de distribución». *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 55(3), pp. 270-276. Disponible en: <https://doi.org/10.22370/rbmo.2020.55.3.2591>
- Porse, H. y Rudolph, B. (2017).** «The seaweed hydrocolloid industry: 2016 updates, requirements, and outlook». *Journal of Applied Phycology*, 29(5), pp. 2187-2200. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1144-0>
- Rahi, S. (2017).** «Research design and methods: A systematic review of research paradigms, sampling issues and instruments development». *International Journal of Economics & Management Sciences*, 6(2), 1000403.
- Reyes, Z. (2021).** «Revisión de los fundamentos teóricos en ecología de la legislación ambiental peruana sobre diversidad». *Revista Kawsaypacha Sociedad y Medio Ambiente*, 8, pp. 161-173. Disponible en: <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202102.008>
- Rimmer, M. A., Larson, S., Lapong, I., Purnomo, A. H., Pong-Masak, P. R., Swanepoel, L. y Paul, N. A. (2021).** «Seaweed aquaculture in Indonesia contributes to social and economic aspects of livelihoods and community wellbeing». *Sustainability*, 13(19). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su131910946>
- Rodríguez, E., Fernández, M., Alvítez, E., Pollack, L., Luján, L., Geldres, C. y Paredes, Y. (2018).** «Seaweeds of the coast of La Libertad region, Peru». *Scientia Agropecuaria*, 9(1), pp. 71-81. Disponible en: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.08>
- Rusekwa, S. B., Campbell, I., Msuya, F. E., Buriyo, A. S. y Cottier-Cook, E. J. (2020).** «Biosecurity policy and legislation of the seaweed aquaculture industry in Tanzania». *Journal of Applied Phycology*, 32(6), pp. 4411-4422. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02194-1>
- Salavarría, E., Macaya, E., Gil-Kodaka, P., Paul, S. y Troccoli, L. (2018).** «Haplotype diversity of *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyceae: Laminariales) in the central and southern coast of Peru». *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 13(4), pp. 311-319. Disponible en: [https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_13\(4\)_311-319.pdf](https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_13(4)_311-319.pdf)
- Salinas, C. y Yarlequé, L. (2021).** «El rol de los gobiernos locales en la conservación de los humedales costeros: El caso del sitio Ramsar Los Pantanos de Villa en Lima, Perú». *South Sustainability*, 2(32), e040. Disponible en: <https://doi.org/10.21142/SS-0202-2021-pb002>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. (30 de noviembre de 2012).** «Plan de manejo para la pesquería de Macroalgas en Baja California, México». *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*.
- Stagnol, D., Macé, M., Destombe, C. y Davoult, D. (2016).** «Allometric relationships for intertidal macroalgae species of commercial interest». *Journal of Applied Phycology*, 28(6), pp. 3407-3411. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0860-1>
- Tait, L. W. y Schiel, D. R. (2018).** «Ecophysiology of layered macroalgal assemblages: Importance of subcanopy species biodiversity in buffering primary production». *Frontiers in Marine Science*, 5, 444. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00444>
- Tanaka, H., Huang, M. C., Watanabe, A. (2023).** «The environmental and economic potential of kelp as blue carbon: Case of Hakodate, Japan». En: H. H. Wu, W. Y. Liu y M. C. Huang (eds.), *Moving Toward Net-Zero Carbon Society*. Edimburgo: Springer, Cham. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-031-24545-9_7
- Tejada, G. (2019).** *Evaluación de la variación temporal de biomasa de algas marinas *Lessonia nigrescens* «aracanto negro» en el litoral sur del Perú y propuesta de manejo Arequipa - Perú 2019*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
- Vandendriessche, S., Messiaen, M., O'Flynn, S., Vincx, M. y Degraer, S. (2007).** «Hiding and feeding in floating seaweed: Floating seaweed clumps as possible refuges or feeding grounds for fishes». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71(3-4), pp. 691-703. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.09.017>
- Vásquez, J. A., Zuñiga, S., Tala, F., Piaget, N., Rodríguez, D. C. y Vega, J. M. A. (2014).** «Economic valuation of kelp forests in northern Chile: Values of goods and services of the ecosystem». *Journal of Applied Phycology*, 26(2), pp. 1081-1088. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0173-6>
- Verdelho, V., Cadoret, J.-P., Acien, F. G. y Benemann, J. (2022).** «Clarification of most relevant concepts related to the microalgae production sector». *Processes*, 10(1), 175. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/pr10010175>

Zapata, J. (2018). *Estudio comparativo en la propagación vegetativa de Chondracanthus chamissoi «Yuyo» en tres tipos de sustrato en ambiente controlado en la región Moquegua.* [Tesis en Ingeniería Pesquera, Universidad Nacional de Moquegua].

Zheng, Y., Jin, R., Zhang, X., Wang, Q. y Wu, J. (2019). «The considerable environmental benefits of seaweed aquaculture in China». *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 33(4-6), pp. 1203-1221. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00477-019-01685-z>

