



Políticas y regulaciones de la acuicultura marina en Puerto Rico

Mayo de 2026

Políticas y regulaciones de la acuicultura marina en Puerto Rico

Autor correspondiente

Megan E. Considine, The Nature Conservancy, megan.considine@tnc.org

Colaboradores

Megan E. Considine, The Nature Conservancy
Tania Metz Estrella, The Nature Conservancy
Tiffany Waters, The Nature Conservancy
Heidi Alleway, The Nature Conservancy
Gretchen Grebe, Marine Biological Laboratory
Mayra Sánchez-García, Marine Biological Laboratory
Loretta Roberson, Marine Biological Laboratory
René Esteves, Puerto Rico Sea Grant
Martín López, Universidad de Puerto Rico
Raimundo Espinoza, Conservación ConCiencia
Nicolás Gómez Andújar, Asociación Pesquera de Culebra y Mujeres de Islas
Ricardo Lugo, Villa Pesquera de Boquerón
Jorge Casillas, Institute for Socio-Ecological Research
Stacey M. Williams, Institute for Socio-Ecological Research
Ricardo López Ortiz, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico
Nelson Velázquez Reyes, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico
Javier Rodríguez Quiles, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico
Andrew Richard, National Oceanic and Atmospheric Administration
José A. Rivera, National Oceanic and Atmospheric Administration
Evelyn Cepeda, Caribbean Fisheries Management Council
Ricardo Colón, USDA Natural Resources Conservation Service
Manuel Matos, USDA Natural Resources Conservation Service
Barbara Sánchez, USDA Natural Resources Conservation Service
Mario Rodríguez, USDA Natural Resources Conservation Service

Cita recomendada

The Nature Conservancy. (2026). *Políticas y regulaciones de la acuicultura marina en Puerto Rico*. San Juan, Puerto Rico.

Descargo de responsabilidad

Los resultados y conclusiones, así como cualquier punto de vista u opinión expresada en este documento, no necesariamente reflejan aquellos de cualquier organización enumerada en esta página.

Créditos de fotografías

Fotografía de portada: La costa de Puerto Rico (© Pichón Duarte).

Derechos de autor de imágenes: The Nature Conservancy posee todos los derechos de autor de las imágenes, a menos que se indique lo contrario en el epígrafe. Todos los derechos reservados.

Contenido

Siglas	iii
Introducción	1
Definiciones de la acuicultura	2
Descripción general de las actividades de acuicultura marina en Puerto Rico	3
Fincas acuícolas marinas recientes dentro del agua	3
Desarrollo de infraestructura aguas arriba y aguas abajo	4
Actividades de acuicultura marina estatales y federales	5
Proceso de obtención de permisos de acuicultura marina en aguas territoriales de Puerto Rico	6
Permisos generales (GP) del Departamento del Ejército, incluyendo Permisos nacionales (NWPS) y Permisos individuales (IP)	6
Autorización de una concesión	11
Ayudas Privadas a la Navegación (PATON)	12
Permiso de Desarrollo, Uso de Suelo y Operación de Negocios	12
Permisos especiales de pesca del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico	12
Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes (NPDES)	12
Requisitos para la infraestructura en tierra y el procesamiento postcosecha	12
Otras leyes y requisitos aplicables	12
Resumen e información clave	13
Consideraciones normativas y reglamentarias y recomendaciones para un crecimiento sostenible e inclusivo	13
Proceso de obtención de permisos claro, transparente y simplificado	14
Regulaciones de arrendamiento de la acuicultura marina	16
Interacciones con comunidades costeras y pescadores locales	17
Consideraciones medioambientales y preocupaciones de bioseguridad	17
Regulaciones de procesamiento postcosecha y seguridad alimentaria	18
Fondos, programas de préstamos y opciones de financiamiento	19
Conclusión	20
Referencias	21
Apéndice: Guía para la obtención de permisos para actividades de restauración de recursos marinos en Puerto Rico	26

Siglas

CARICOOS:	Caribbean Coastal Ocean Observing System (Sistema de Observación del Océano Costero del Caribe)	NIMBY:	not in my backyard (no en mi patio trasero)
CFMC:	Caribbean Fisheries Management Council (Consejo de Administración Pesquera del Caribe)	NOAA:	National Oceanic and Atmospheric Administration (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica)
CINVESTAV:	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	NPDES:	National Pollution Discharge Elimination System (Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes)
CPS:	Conservation Practice Standard (Estándar de Práctica de Conservación)	NRCS:	Natural Resources Conservation Service (Servicio de Conservación de Recursos Naturales)
CRIM:	Centro de Recaudación de Ingresos Municipales de Puerto Rico	NSSP:	National Shellfish Sanitation Program (Programa Nacional de Saneamiento de Moluscos y Mariscos)
CZMA:	U.S. Coastal Zone Management Act (Ley de Manejo de la Zona Costera de los EE. UU.)	NWP:	Nationwide Permit (Permiso Nacional)
DDEC:	Departamento de Desarrollo Económico y Comercio de Puerto Rico	OECH:	Oficina Estatal de Conservación Histórica de Puerto Rico
DECA:	División de Evaluación de Cumplimiento Ambiental de Puerto Rico	OGPe:	Oficina de Gerencia de Permisos de Puerto Rico
DRNA:	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico	PATON:	Private Aids to Navigation (Ayudas Privadas a la Navegación)
EFH:	Essential Fish Habitat (Hábitat Esencial de los Peces)	PBA:	Programmatic Biological Assessment (Evaluación Biológica Programática)
EPA:	U.S. Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU.)	PGP:	Programmatic General Permit (Permiso General Programático)
ESA:	U.S. Endangered Species Act (Ley de Especies en Peligro de Extinción de los EE. UU.)	PRDA:	Departamento de Agricultura de Puerto Rico
FAO:	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)	SK:	Saltonstall Kennedy (Saltonstall-Kennedy)
FDA:	U.S. Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE. UU.)	SSF:	small-scale fisheries (pesquerías a pequeña escala)
GP:	General Permit (Permiso General)	TNC:	The Nature Conservancy
HACCP:	Hazard Analysis Critical Control Point (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)	UPR:	Universidad de Puerto Rico
IP:	Individual Permit (Permiso Individual)	U.S.:	Estados Unidos
ISER:	Institute for Socio-Ecological Research (Instituto de Investigación Socio-Ecológica)	USACE:	U.S. Army Corps of Engineers (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU.)
JP:	Junta de Planificación de Puerto Rico	USCG:	U.S. Coast Guard (Guardia Costera de los EE. UU.)
JPA:	Joint Permit Application (Solicitud Conjunta de Permiso)	USDA:	U.S. Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los EE. UU.)
MSA:	U.S. Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act (Ley de Conservación y Gestión de Pesquerías Magnuson-Stevens de los EE. UU.)	USFWS:	U.S. Fish and Wildlife Service (Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE. UU.)
MSP:	marine spatial planning (planificación espacial marina)	VI DPNR:	U.S. Virgin Islands Department of Planning and Natural Resources (Departamento de Planificación y Recursos Naturales de las Islas Vírgenes de los EE. UU.)
		WOTUS:	waters of the United States (aguas de los Estados Unidos)

Introducción

La acuicultura marina en Puerto Rico se encuentra en una etapa experimental pequeña, pero esta industria podría proporcionar medios de vida alternativos o complementarios e impactos ambientales positivos si se implementa con un enfoque regenerativo (ver las definiciones y la Imagen 2 en la página siguiente). El cultivo comercial de especies no alimentadas, como las algas marinas o los bivalvos, tiene el potencial de proporcionar una serie de beneficios para los ecosistemas, como la mejora de las poblaciones, la provisión de hábitats, el aumento de la abundancia y la biodiversidad, mejor calidad y la claridad del agua, la amortiguación contra la acidificación del océano y los beneficios climáticos de los productos de uso final (Gentry et al., 2020; The Nature Conservancy [TNC], 2021). Estos beneficios son el resultado de varios factores impulsores, entre ellos la intensidad y la escala del cultivo, el equipo y materiales utilizados, las prácticas de manejo de las fincas acuícolas, las especies cultivadas y las condiciones medioambientales locales (TNC, 2021).

Si bien varios estudios han identificado posibles especies y la viabilidad de cultivo en el entorno marino de Puerto Rico, el desarrollo de una industria de acuicultura marina aún no se ha materializado plenamente (Alston et al., 1999; Kite-Powell et al., 2022; Van Wyk & Davis, 2006a). El desarrollo de la industria puede ser lento debido a la falta de un marco regulador y políticas propicias, una infraestructura insuficiente tanto aguas arriba (por ejemplo, criaderos, viveros) como aguas abajo (por ejemplo,

instalaciones de procesamiento), el riesgo de impactos de huracanes y a las limitadas áreas accesibles de aguas poco profundas para el cultivo. Los desafíos de comercialización y los altos costos de transporte para las importaciones y exportaciones también plantean desafíos para el desarrollo (Davies et al., 2019).

La complejidad de las políticas y regulaciones de la acuicultura puede variar según la especie, el cultivo en el agua versus el cultivo en tierra, y el desarrollo en aguas federales de los Estados Unidos (US) versus aguas estatales. También pueden existir jurisdicciones distintas y superpuestas de agencias federales, estatales, e incluso municipales. **Este informe tiene como meta revisar los esfuerzos de acuicultura marina en Puerto Rico, proporcionar una hoja de ruta de los procesos actuales de obtención de permisos para el cultivo de especies no alimentadas, como los moluscos de concha (referidos en este documento como mariscos) y las algas marinas, e identificar un marco que pueda ayudar al crecimiento sostenible e inclusivo de la acuicultura marina en Puerto Rico.**

Se necesita una industria acuícola bien regulada para garantizar los beneficios socioeconómicos y medioambientales del sector. Las intervenciones de política pública pueden catalizar y mantener una industria acuícola mediante enfoques que consideren vínculos intersectoriales, como el desarrollo de infraestructuras de apoyo y las sinergias con las pesquerías a pequeña escala (Partelow et al., 2023; Ruff et al., 2020). Las agendas de sostenibilidad global, como las *Guidelines for Sustainable Aquaculture* (Directrices para la Acuicultura Sostenible) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), pueden proporcionar un marco para equilibrar los beneficios sociales y ecológicos con una mayor productividad (FAO, 2025).



Imagen 1: Aguas de la costa de Puerto Rico (© Pichón Duarte).

Definiciones de la acuicultura

Acuicultura alimentada: se refiere al cultivo de organismos acuáticos, como peces de aleta o crustáceos (por ejemplo, camarones, salmón o cobia) que requieren el aporte de alimento.

Acuicultura no alimentada: se refiere al cultivo de organismos acuáticos, como mariscos o macroalgas (por ejemplo, ostras o algas marinas) que dependen de fuentes naturales de alimentos en su entorno circundante sin la necesidad de aportes de alimento.

Acuicultura restaurativa, restauradora o regenerativa: ocurre cuando la acuicultura comercial o de subsistencia proporciona beneficios ecológicos directos, con el potencial de generar resultados medioambientales netos positivos.

Desarrollo ecológicamente sostenible o sustentable: referente a la acuicultura, se centra en equilibrar la producción de alimentos con la conservación de los ecosistemas circundantes y la mitigación de los impactos medioambientales negativos.

Acuicultura de conservación: se define como “el cultivo de organismos acuáticos por parte de seres humanos para la gestión planificada y la protección de un recurso natural” (Froehlich et al., 2017). La acuicultura de conservación normalmente no implica la venta comercial de los organismos cultivados.

La acuicultura restaurativa ocurre cuando la acuicultura comercial o de subsistencia proporciona beneficios ecológicos directos al medio ambiente, con el potencial de generar resultados medioambientales netos positivos

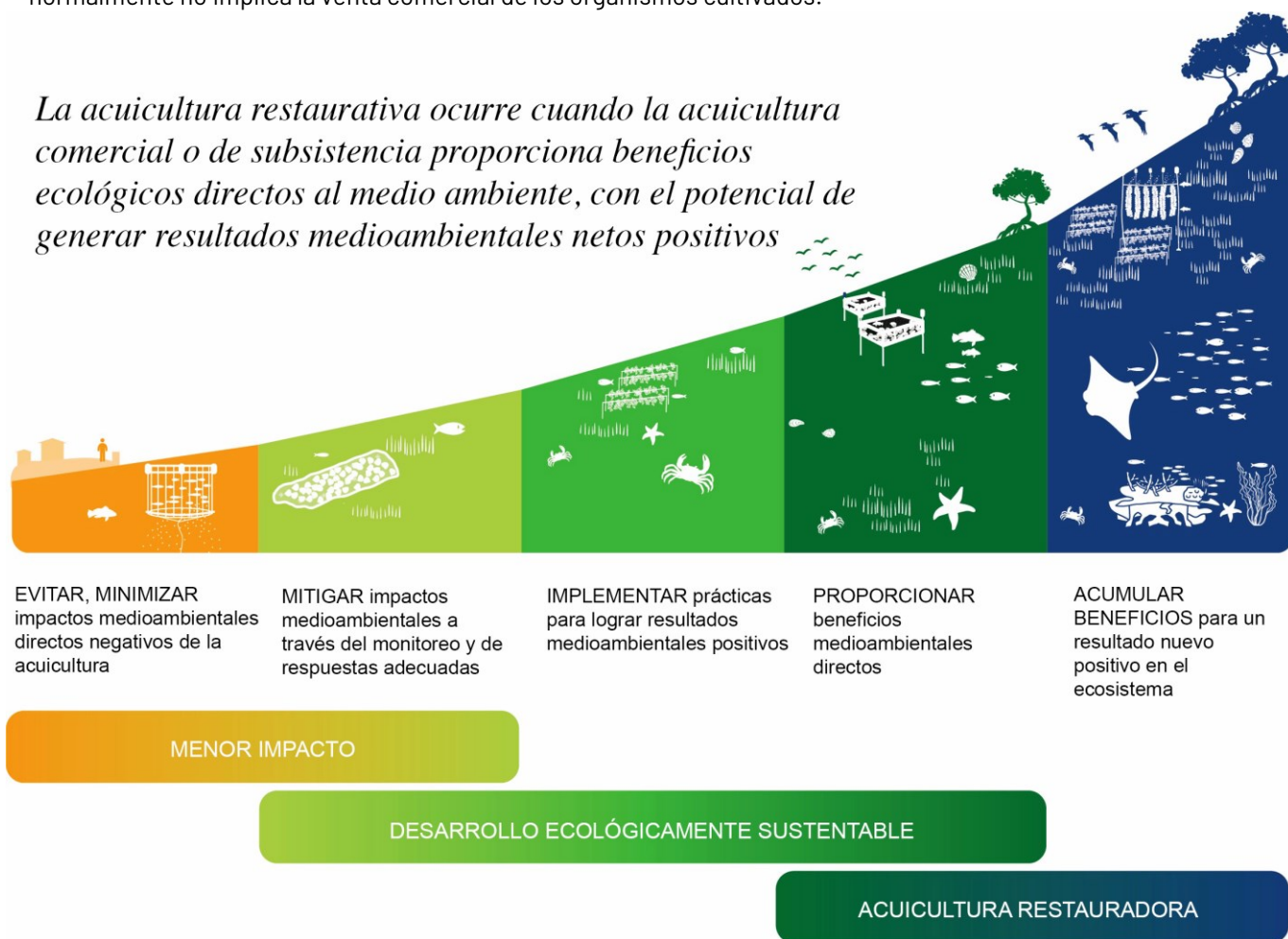


Imagen 2: Ruta de la acuicultura restaurativa.

Descripción general de las actividades de acuicultura marina en Puerto Rico

Si bien la acuicultura marina es incipiente en Puerto Rico, una serie de actividades de investigación han analizado la viabilidad de cultivar diferentes especies alimentadas y no alimentadas. Por ejemplo, varios estudios han tratado de determinar la viabilidad del cultivo de ostras nativas de manglar, *Crassostrea rhizophorae*. De hecho, existe actualmente una pesquería comercial de ostras de escala artesanal en diversos lugares, como Boquerón y Loíza (Hertler et al., 2019; Mattox, 1949; Watters & Martinez, 1976; Watters & Prinslow, 1975). También se han realizado experimentos de cría de la langosta espinosa, *Panulirus argus*, en los cuales se recolectan postlarvas del medio silvestre y se crían hasta alcanzar un tamaño comercial siguiendo prácticas similares a las utilizadas en el sudeste asiático (Alston et al., 1999; Davis et al., 2006). Además, durante ciertos períodos se establecieron varias empresas distintas de maricultura de camarones y peces de aleta (Rivera, 2022). Por ejemplo, a principios de la década de 2000, Snapperfarm Inc. tenía un proyecto de investigación y comercial para el cultivo de cobia, *Rachycentron canadum*, frente a la isla de Culebra. La finca de cobia se ubicó en un lugar apropiado y no mostró ningún impacto ambiental significativo, aunque debido a los retrasos en la obtención de permisos para la expansión a escala comercial y las prioridades de los inversores, la

empresa se trasladó a Panamá (Barnaby, 2006; Benetti et al., 2007).

Fincas acuícolas marinas recientes dentro del agua

Existen varios viveros de coral en el agua autorizados que se centran en la acuicultura de conservación en todo el archipiélago, los cuales están dirigidos por organizaciones locales como la Sociedad Ambiente Marino y el Instituto de Investigación Socio-Ecológica (ISER). Aunque no se destinan a la alimentación, las habilidades aplicadas en estos proyectos de coral podrían ser transferibles a la acuicultura comercial. En Puerto Rico, al momento de escribir este informe, solo se conocen dos proyectos orientados a la investigación para la acuicultura comercial de mariscos y algas marinas que han pasado por el proceso de obtención de permisos para fincas en el agua, y esas experiencias han servido de base para este informe.

En 2020, el Marine Biological Laboratory de la Universidad de Chicago recibió fondos del Departamento de Energía de los U.S. para un proyecto de acuicultura de algas marinas: *Techniques for Tropical Seaweed Cultivation and Harvesting* (Técnicas para el Cultivo y la Cosecha de Algas Marinas Tropicales). El proyecto utilizó un diseño de matriz en mar abierto (*off-shore*) (Imagen 3) con un sistema innovador para prevenir o reducir el impacto de tormentas en el cultivo de especies de *Gracilaria* y *Eucheuma* ubicadas en La Parguera, Lajas. El equipo también realizó

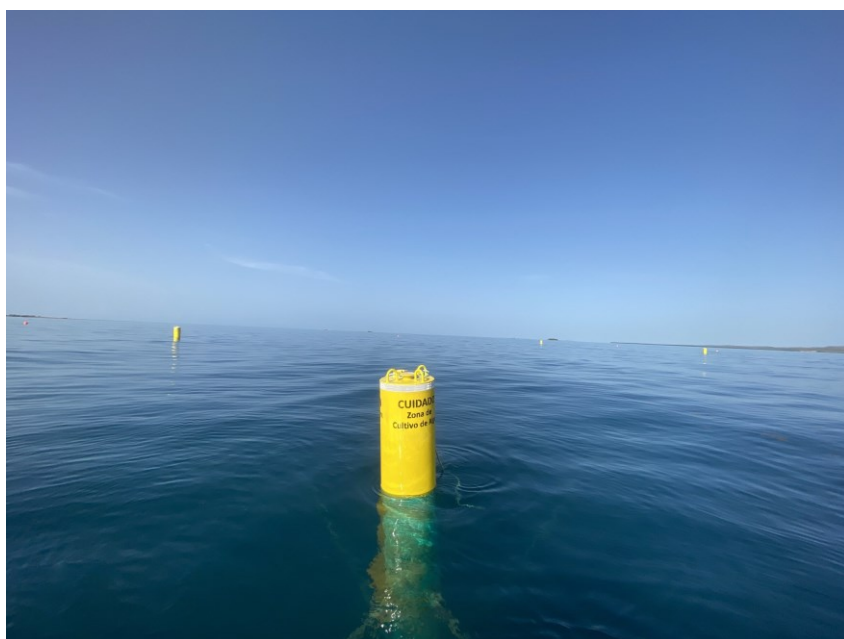


Imagen 3: Izquierda: Finca de algas marinas de arreglo catenario (tipo cadena suspendida) del Laboratorio de Biología Marina. Derecha: Ejemplo de *Eucheuma isiforme*. © Luis R. Rodríguez Matos y Dra. Loretta Roberson.

una evaluación preliminar con pescadores de Boquerón y completó un modelo de evaluación tecnoeconómica para determinar la viabilidad económica del cultivo de algas marinas en Puerto Rico. El proyecto se llevó a cabo en colaboración con el Departamento de Ciencias Marinas de la Universidad de Puerto Rico (UPR), el Centro de Caracterización de Materiales de la UPR, Puerto Rico Sea Grant, TNC, el Sistema de Observación del Océano Costero del Caribe (CARICOOS), la Institución Oceanográfica Woods Hole, C.A. Goudey and Associates, la Universidad de Connecticut, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), Makai Ocean Engineering, el Pacific Northwest National Laboratory (Laboratorio Nacional del Noroeste del Pacífico), la Universidad Rutgers, la Universidad de California en Irvine y la Universidad de Washington.

En Culebra, la organización local Mujeres de Islas (Imagen 4), en colaboración con la Asociación Pesquera de Culebra, Puerto Rico Sea Grant, Sociedad Ambiente Marino y Conservación ConCiencia, recibió financiamiento de la Competencia Saltonstall Kennedy del año fiscal 2023 de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) para un proyecto de acuicultura comunitaria de ostras nativas (NOAA, 2023). Varios sitios de Culebra cuentan con permisos para la recolección experimental de larvas fijadas (*spat*) y su fase de crecimiento. El proyecto abarca varios componentes a lo largo de la cadena de suministro que evalúan la viabilidad de una industria acuícola de ostras nativas en Puerto Rico, incluyendo: (1) la determinación de diferencias espacio-temporales en la recolección de larvas fijadas, el crecimiento y la supervivencia de las ostras perleras nativas, *Pinctada imbr-*

cata, y las ostras de manglar; (2) el mapeo de la cadena de suministro y la determinación de la disposición a pagar por ostras de cultivo; y (3) la coevaluación del proyecto con los pescadores locales y la determinación del potencial de acción colectiva en relación con empresas futuras.

Desarrollo de infraestructura aguas arriba y aguas abajo

Además de los proyectos antes descritos, es importante destacar varios proyectos terrestres de acuicultura marina que contribuyen al desarrollo de la infraestructura y la capacidad. En Naguabo, Conservación ConCiencia, en colaboración con el Laboratorio del Caracol Rosado del Instituto Oceanográfico Harbor Branch de la Universidad Atlántica de Florida, así como la Villa Pesquera de Naguabo, ha desarrollado el primer criadero y vivero de caracol rosado, también conocido como carrucho, con fines de restauración en Puerto Rico. Este criadero liderado por la comunidad recibió financiamiento inicial de la Competencia Saltonstall Kennedy de la NOAA y actualmente se encuentra en proceso de establecer dos laboratorios móviles de carrucho en otras comunidades pesqueras de Puerto Rico. Aunque actualmente se centra en el carrucho, *Aliger gigas*, la infraestructura y el equipo del criadero podrían ser aplicables a otros mariscos.

Investigadores de la Universidad Ana G. Méndez y de la UPR, financiados por Puerto Rico Sea Grant, están explorando técnicas de criadero para la ostra de manglar. El equipo de investigación también está analizando contaminantes microbianos y de metales pesados en muestras de ostras de varias ubicaciones, y realizando pruebas de



Imagen 4: Arreglo de doble línea de la finca de ostras de Mujeres de Islas (izquierda) con canastas para ostras (derecha). © Emmanuel Maldonado y Nicolás Gómez Andújar.



Imagen 5: Infraestructura del criadero (izquierda) y laboratorio de microalgas (derecha) del Instituto de Investigación Socio-Ecológica. © ISER.

depuración de ostras para un consumo humano seguro. Además, el Departamento de Ciencias Marinas de la UPR en Mayagüez cuenta con infraestructura de acuicultura disponible a través de laboratorios de investigación e instalaciones de enseñanza.

En La Parguera y Ceiba, el ISER —con financiamiento y en colaboración con la NOAA, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA), la UPR en Mayagüez, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE. UU. (USFWS) y la National Fish and Wildlife Foundation (Fundación Nacional de Pesca y Vida Silvestre)— ha desarrollado los primeros viveros en tierra de corales, erizos marinos y cangrejos en Puerto Rico para esfuerzos de restauración del ecosistema en todo el archipiélago (Imagen 5). Los viveros también cultivan algas marinas. En 2024, el ISER recibió financiamiento de Puerto Rico Sea Grant para optimizar el cultivo de especies de *Ulva* en viveros en tierra, determinar si la producción de *Ulva* es económicamente viable y evaluar diversas vías para integrar este cultivo subestimado en la Economía Azul de Puerto Rico.

TNC, con financiamiento del Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los EE. UU. (USDA-NRCS), está apoyando el desarrollo de infraestructura para la acuicultura de ostras. El sub-receptor ISER implementó instalaciones de depuración de ostras en la Asociación Pesquera de Culebra y está implementando técnicas de producción de larvas de ostras nativas en un criadero de prueba de concepto, tanto para esfuerzos comerciales como de conservación.

Además, Cultimar Technologies, con el apoyo de varios inversores, está desarrollando un criadero de pargo rojo

del Atlántico en Arecibo, con el objetivo de suministrar alevines a fincas de América Latina y el Caribe (Cultimar, 2026).

Sea Grant también financió recientemente a Innovasea para que explore el potencial de la cría de peces en mar abierto en Puerto Rico, con el pargo rojo como especie objetivo y la posibilidad de abastecerse de alevines de Cultimar (Innovasea, 2026).

Actividades de acuicultura marina estatales y federales

Varios proyectos y actividades del gobierno federal y estatal están sentando precedentes para el desarrollo de la acuicultura en Puerto Rico. Por ejemplo, el Pacific Northwest National Laboratory (Laboratorio Nacional del Noroeste del Pacífico) llevó a cabo un estudio de ubicación combinada que evaluó el potencial de integrar el emplazamiento de dispositivos de energía de olas y la acuicultura marina. El equipo se asoció con Manna Fish Farms y la Universidad de New Hampshire para evaluar los requisitos para la acuicultura (Freeman et al., n.d.).

En agosto de 2023, la NOAA organizó el Taller de Planificación Espacial Marina (MSP) del Caribe de los EE. UU. en San Juan. Sus metas fueron compartir información sobre el trabajo de MSP de la NOAA, inventariar los datos disponibles, identificar limitaciones en los datos y aumentar la capacidad y los recursos locales para la planificación oceánica regional (Morris & Wright, 2023). Estos esfuerzos tienen como objetivo ayudar a los administradores costeros, organizaciones medioambientales e industrias a planificar futuras oportunidades de desarrollo de la

Economía Azul, como la energía renovable y la acuicultura. También pueden ayudar a fundamentar los esfuerzos de planificación acuícola, como el esfuerzo de la NOAA para identificar áreas de oportunidad de acuicultura, la cuales son áreas geográficas evaluadas para determinar su idoneidad potencial para el desarrollo de la acuicultura comercial.

La Asociación Oceánica Regional del Caribe (Caribbean Regional Ocean Partnership) recibe fondos de la NOAA a través de CARICOOS para una Iniciativa de Intercambio de Datos (crop.caricoos.org) que contribuye a los esfuerzos de planificación espacial marina, incluida la acuicultura. El portal de datos integra diferentes productos, información y herramientas de visualización de diferentes fuentes, poniéndolos a disposición del público.

La Región del Atlántico Medio y del Caribe del USDA-NRCS está realizando Estudios de Suelos de la Zona Costera en Puerto Rico que podrían ayudar a evaluar y evaluar la idoneidad de los sitios para diferentes especies de acuicultura. Una vez finalizados, proporcionarán mapas espaciales detallados del suelo, una base de datos completa de las propiedades químicas y físicas del suelo, e interpretaciones de MSP para proyectos de acuicultura y restauración.

El informe más reciente de la Ley de Manejo de la Zona Costera (CZMA) del DRNA, *Final Section 309 Assessment and Strategy 2026 to 2030* (Evaluación Final de la Sección 309 y Estrategia 2026 a 2030) (DNER, 2026), indicó que, si bien la acuicultura es un área de mejora importante, su desarrollo es de baja prioridad para el Programa de Manejo de la Zona Costera de Puerto Rico. En el informe se enumeran las preocupaciones relativas a los impactos negativos de las actividades acuícolas tradicionales. El financiamiento limitado de la Sección 309 de la CZMA puede ser una razón para la baja calificación de prioridad, y las necesidades identificadas de gestión de la acuicultura aún podrían abordarse con fondos de la Sección 306 de la CZMA u otras fuentes de financiamiento. Además, los Planes de Manejo de Áreas de Planificación Especial podrían potencialmente utilizarse como un mecanismo de planificación y gestión para la acuicultura.

El Departamento de Planificación y Recursos Naturales de las Islas Vírgenes de los EE. UU. (VI DPNR) pasó recientemente por un proceso de varios años para hacer avanzar la acuicultura marina, lo cual podría servir de referencia para cualquier esfuerzo futuro en Puerto Rico. Concretamente, se creó la Comisión de Acuicultura y Maricultura de las Islas Vírgenes, y dicha comisión desarrolló un plan estratégico de 5 años. Además, el VI DPNR actualizó las reglas y regu-

laciones de acuicultura, que se transmitieron recientemente a la Legislatura de las Islas Vírgenes de los EE. UU. (VI DPNR, 2026).

Proceso de obtención de permisos de acuicultura marina en aguas territoriales de Puerto Rico

Las fincas acuícolas de mariscos y algas marinas en aguas territoriales de Puerto Rico (es decir, ubicadas hasta a 9 millas náuticas de la costa) requieren varios permisos que cubren la ubicación de las fincas; el arrendamiento del fondo marino; el uso de infraestructura o materiales específicos para el amarre de las fincas; el uso de insumos agrícolas como alimentos y nutrientes; y la captura, importación y exportación de organismos marinos (Cuadro 1). Muchos de estos permisos y autorizaciones tienen tarifas asociadas, según se presenta a continuación (Cuadro 2).

Permisos generales (GP) del Departamento del Ejército, incluyendo Permisos nacionales (NWPS) y Permisos individuales (IP)

En Puerto Rico, el DRNA, la Junta de Planificación de Puerto Rico (JP) y el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. (USACE) tienen procedimientos de Solicitud Conjunta de Permiso (JPA). La JPA para las actividades de acuicultura se presenta por internet a través del Sistema de Solicitudes Regulatorias (rrs.usace.army.mil/rrs). El USACE envía la solicitud a las agencias y departamentos especificados en el Cuadro 1 bajo el nexo del permiso del USACE.

Como se observa en el Cuadro 1, el permiso del USACE y los procedimientos de la JPA constituyen el nexo para muchos requisitos regulatorios (Imagen 6). Dependiendo del tipo, la magnitud y el impacto potencial de las actividades de acuicultura, el USACE procesa la solicitud de permiso para su autorización como GP o IP. Los GP incluyen varios NWP relacionados con actividades acuícolas, como NWP 48: Actividades Comerciales de Maricultura de Mariscos y el NWP 55: Actividades de Maricultura de Algas Marinas. Los NWP 55 y 56 se desarrollaron en respuesta a la Orden Ejecutiva 13921 para lograr un proceso de obtención de permisos más eficaz y simplificado.

Cuadro 1: Permisos y requisitos regulatorios de las agencias federales y locales para la acuicultura marina de especies no alimentadas, como mariscos y algas marinas, en aguas territoriales de Puerto Rico.

Permiso o autorización (según se requiera, categoría en negrita a la izq.)		Agencia federal o territorial	Instalación o actividad que requiere cobertura	Estatuto o autoridad
Permiso General (GP) o Permiso Individual (IP) del Departamento del Ejército de U.S. Se solicita a través del proceso de Solicitud Conjunta de Permiso (JPA).		Emitido por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. (USACE)	Actividades acuícolas que afecten aguas navegables y/o resulten en descargas de material dragado o de relleno en aguas estadounidenses	Artículo 10 de la Ley Federal de Ríos y Puertos; Artículo 404 de la Ley Federal de Agua Limpia
Nexo del permiso del USACE para otros requisitos	Consulta de la Ley Federal de Especies en Peligro de Extinción (ESA). A cargo de la agencia federal principal (por ejemplo, el USACE durante el proceso de revisión de la solicitud de permiso).	Servicio de Pesquerías de NOAA y USFWS	Impactos directos o indirectos asociados con la actividad acuícola propuesta sobre todas las especies clasificadas federalmente como amenazadas o en peligro de extinción, así como con las áreas de hábitat crítico	Artículo 7 de la ESA
	Consulta de la Ley Federal de Protección de Mamíferos Marinos. A cargo de la agencia federal principal (por ejemplo, el USACE durante el proceso de revisión de la solicitud de permiso).	Servicio de Pesquerías de NOAA y USFWS	Impactos directos o indirectos asociados con la actividad propuesta sobre las especies de mamíferos marinos	Ley Federal de Protección de Mamíferos Marinos
	Consulta de Hábitat Esencial de los Peces (Essential Fish Habitat, EFH). A cargo de la agencia federal principal (por ejemplo, el USACE durante el proceso de revisión de la solicitud de permiso).	División de Conservación del Hábitat Pesquero (Fisheries Habitat Conservation Division) de la NOAA	Impactos directos o indirectos asociados con la acción o actividad propuesta en todos los hábitats esenciales de peces	Ley Federal de Conservación y Manejo de Pesquerías Magnuson-Stevens de los EE. UU. (MSA; 2007)
	Consulta de la Ley Nacional de Preservación Histórica. A cargo de la agencia federal principal (por ejemplo, el USACE durante el proceso de revisión de la solicitud de permiso).	Oficina Estatal de Conservación Histórica de Puerto Rico (OECH)	Se requiere para obtener cualquier financiamiento federal, licencia o permiso que tenga el potencial de afectar propiedades históricas	Artículo 106 de la Ley Federal de Preservación Histórica Nacional
	Certificado de Calidad del Agua (recibirá una copia de la JPA).	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA), División de Permisos de Fuentes Puntuales	Certificación o exención requerida para cualquier licencia o permiso federal que autorice cualquier actividad que pueda dar lugar a una descarga desde una fuente puntual en aguas de los Estados Unidos (WOTUS)	Artículo 401 de la Certificación de Calidad de Agua de la Ley Federal de Agua Limpia; Reglamento 9677

Permiso o autorización (según se requiera, categoría en negrita a la izq.)	Agencia federal o territorial	Instalación o actividad que requiere cobertura	Estatuto o autoridad
Certificación de Consistencia Federal de la Ley Federal de Manejo de la Zona Costera (CZMA)(recibirá una copia de la JPA).	Junta de Planificación de Puerto Rico (JP)	Requiere que las acciones federales dentro y fuera de la zona costera —que tengan efectos razonablemente previsibles sobre cualquier uso costero (tierra o agua) o recurso natural de la zona costera— sean consistentes con las políticas de cumplimiento obligatorio del programa de manejo de la zona costera aprobado por el gobierno federal	CZMA
Autorización de una concesión. Se solicita a través del proceso de JPA.	DRNA	Arrendamiento de tierras sumergidas para “usos dependientes del agua”, incluida la acuicultura	Regulación 4860: Regulación para el Uso, Vigilancia, Conservación y Gestión de las Aguas Territoriales, las Tierras Sumergidas bajo estas y la Zona Marítimo-Terrestre; Enmienda 5207; Enmienda 7828; Orden Administrativa 95-17
Determinación de Cumplimiento Ambiental	División de Evaluación de Cumplimiento Ambiental (DECA) del Departamento de Desarrollo Económico y Comercio de Puerto Rico (DDEC)	Determina si la actividad propuesta tendrá un impacto ambiental potencialmente significativo; esta determinación es necesaria para la autorización de una concesión y se solicita por separado	Reglamento 8858; Reglamento 9473; Ley para la Reforma del Proceso de Permisos (161); Ley sobre Política Pública Ambiental (416)
Ayudas Privadas a la Navegación (PATON).	Guardia Costera de los EE. UU. (USCG)	Estructuras iluminadas, balizas diurnas y boyas iluminadas y no iluminadas para señalar estructuras en aguas navegables; las boyas no comerciales normalmente no requieren un permiso	PATON
Permiso del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes (NPDES).	Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA)	Se requiere para la descarga de contaminantes en WOTUS, incluyendo otras sustancias como alimento, nutrientes, productos farmacéuticos	Artículos 402 y 403 de la Ley Federal de Agua Limpia

Permiso o autorización (según se requiera, categoría en negrita a la izq.)	Agencia federal o territorial	Instalación o actividad que requiere cobertura	Estatuto o autoridad
Permisos especiales de pesca: (1) Permiso Científico o (2) Permiso de Maricultura / Acuicultura.	DRNA (incluyendo la aprobación del Departamento de Agricultura de PR si se trata de un permiso de maricultura/ acuicultura)	Captura, importación, exportación y tenencia de organismos acuáticos para propósitos (1) científicos o (2) comerciales	Ley Núm. 278 del 29 de noviembre de 1998, según enmendada (conocida como la Ley de Pesquerías de Puerto Rico); Regulación 7949
Permiso de Desarrollo, Uso de Suelo y Operación de Negocios.	Oficina de Gerencia de Permisos de Puerto Rico (DDEC)	Negocios comerciales de acuicultura	Ley Núm. 416: Ley sobre Política Pública Ambiental; Reglamento Conjunto 9233
Permiso de toma de agua.	DRNA	Uso o ingesta de agua salobre o salina para instalaciones acuícolas en tierra, como una criadero, vivero o sistema de depuración	Ley para la Conservación, el Uso y el Desarrollo de los Recursos de Agua de Puerto Rico; Reglamento 6213

Cuadro 2: Costos asociados para permisos y requisitos regulatorios de agencias federales y locales para la acuicultura marina de especies no alimentadas en Puerto Rico, con tarifas de presentación enviadas en cada periodo de renovación.

Permiso, autorización o requisito	Tarifa y frecuencia
Presentación de solicitud para concesión, proceso de la JPA	\$500 con renovación cada 1 a 5 años
Estudio bentónico y análisis espacial para consultas de la ESA y MSA	Las estimaciones varían *
Tasación certificada y a cargo de un tasador experto	Las estimaciones varían *
Seguro de responsabilidad civil pública	Las estimaciones varían *
Cuota anual para la autorización de una concesión	Equivalente al 8 % del valor de tasación anual
Requisito de aviso público para la autorización de una concesión	Estimado de \$500
Presentación de solicitud para la Determinación de Cumplimiento Ambiental	De \$100 a \$200
Presentación de permisos especiales de pesca: (1) Científico o (2) Maricultura / Acuicultura	De \$25 a \$400 con renovación anual
Presentación para el Permiso de Desarrollo, Uso de Suelo y Operación de Negocios	\$75
Presentación para el permiso de toma de agua	\$200

* Los costos de los estudios bentónicos y del análisis espacial varían significativamente según la escala y el nivel de detalle requeridos para fundamentar el proceso de obtención de permisos y revisión ambiental. Los solicitantes deben trabajar en estrecha colaboración con las agencias de permisos para determinar el nivel de detalle adecuado y necesario antes de planificar realizar estudios bentónicos o análisis espaciales para actividades de acuicultura. Además, el costo del seguro de responsabilidad civil pública y el costo para obtener la tasación variarán según el tamaño de la concesión.



Siglas que aparecen en esta imagen:

CRIM –Centro de Recaudación de Ingresos Municipales de Puerto Rico; DECA – División de Evaluación de Cumplimiento Ambiental de Puerto Rico; DDEC – Departamento de Desarrollo Económico y Comercio de Puerto Rico; DRNA – Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico; EPA – U.S. Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU.); GP – General Permit (Permiso General); IP – Individual Permit (Permiso Individual); JP – Junta de Planificación de Puerto Rico; JPA – Joint Permit Application (Solicitud Conjunta de Permiso); NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica); NPDES – National Pollution Discharge Elimination System (Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes); OGPe – Oficina de Gerencia de Permisos de Puerto Rico; PATON – Private Aids to Navigation (Ayudas Privadas a la Navegación); OECH –Oficina Estatal de Conservación Histórica de Puerto Rico; USACE – U.S. Army Corps of Engineers (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU.); USCG – U.S. Coast Guard (Guardia Costera de los EE. UU.); USFWS – U.S. Fish and Wildlife Service (Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE. UU.)

Imagen 6: Pasos generales del solicitante (en azul oscuro) y de las agencias (en verde) durante el proceso de obtención de permisos para proyectos de acuicultura en Puerto Rico.

Aunque el proceso de los NWP es más racionalizado que el de los IP, tanto los NWP como los IP requieren que el USACE cumpla con los requisitos de consulta, según corresponda, de acuerdo con el Artículo 7 de la Ley de Especies en Peligro de Extinción de los EE. UU. (ESA), las disposiciones del Hábitat Esencial de los Peces (EFH) de la Ley de Conservación y Gestión de Pesquerías Magnuson-Stevens de los EE. UU. (MSA), y el Artículo 106 de la Ley Nacional de Conservación Histórica de los EE. UU. Estas consultas están diseñadas para garantizar que las acciones no afecten negativamente a las especies en peligro de extinción, al EFH, a otros hábitats críticos, ni a ningún sitio histórico y recurso cultural. Además, los proyectos deben obtener un Certificado de Calidad del Agua del DRNA. Los solicitantes pueden pedir reuniones previas a la solicitud al USACE y otras agencias para validar la información y los requisitos antes de presentar la solicitud de la JPA.

Autorización de una concesión

La autorización de una concesión por parte del DRNA para el uso de aguas territoriales y tierras sumergidas es parte del proceso de la JPA (Imagen 6). La tarifa de presentación del DRNA para la JPA es de \$500, la cual se paga al momento de enviar la solicitud, aunque puede ser eximida a discreción del Secretario(a) de la agencia para organizaciones sin fines de lucro, asociaciones o grupos no incorporados que realicen actividades de uso no comercial, o si una persona demuestra falta de recursos y la actividad constituye su única fuente de ingresos, como los pescadores de buena fe. Esta tarifa de presentación

también se requiere al renovar los permisos, y las renovaciones pueden ocurrir cada 1 a 5 años, según la concesión.

La autorización de una concesión requiere la publicación de un aviso en un periódico de circulación general (tarifa aprox. de \$500) que indique que todos los documentos están disponibles para el escrutinio público, aunque el cumplimiento de este requisito puede ser eximido a discreción del Secretario(a) del DRNA. Además, el solicitante debe proporcionar una copia del seguro de responsabilidad civil pública. Asimismo, se debe realizar una Determinación de Cumplimiento Ambiental por parte de la División de Evaluación de Cumplimiento Ambiental del Departamento de Desarrollo Económico y Comercio (DDEC) de Puerto Rico (tarifa de \$100 a \$200). Es responsabilidad del solicitante completar el aviso público utilizando la plantilla del DRNA y la Determinación de Cumplimiento Ambiental.

La acuicultura se considera un “uso dependiente del agua” y se trata de la misma manera que otras industrias marinas (es decir, la construcción de puertos deportivos, el dragado de canales de navegación, la instalación de líneas eléctricas, etc.), con la tarifa anual basada en el 8 % del valor de tasación por metro cuadrado del sitio. El Secretario(a) del DRNA puede eximir, a su discreción, el pago de la tarifa anual a organizaciones sin fines de lucro, asociaciones o grupos no incorporados que realicen actividades de uso no comercial, o si una persona demuestra falta de recursos y la actividad constituye su única fuente

El paquete de solicitud de permiso debe incluir, como mínimo, el Formulario 4345 totalmente completado.* Las instrucciones para llenar correctamente cada uno de los bloques del formulario están disponibles en el sitio web del USACE e incluyen:

- Descripción detallada de las actividades propuestas en aguas de los Estados Unidos (WOTUS).
- Metodología propuesta para llevar a cabo las actividades de construcción propuestas en WOTUS.
- Desglose de los impactos permanentes y temporales propuestos en WOTUS.
- Planos que ilustren claramente la huella del proyecto propuesto superpuestos en WOTUS. Los planos deben incluir un mapa de ubicación, así como vistas en planta y sección transversal de la actividad propuesta.
- Estudio de hábitat de referencia. Se requiere una delimitación del hábitat bentónico dentro y adyacente a los sitios de acuicultura marina. Incluir, según corresponda, cualquier hábitat de manglares, praderas marinas, corales o fondos duros dentro o de manera adyacente al área del proyecto.

* Consultar en www.publications.usace.army.mil/USACE-Publications/Engineer-Forms/u43543q/34333435/

de ingresos, como los pescadores de buena fe. Es responsabilidad del solicitante obtener el valor de tasación y presentarlo ante el DRNA. Después, el DRNA lo envía al Centro de Recaudación de Ingresos Municipales (CRIM) de Puerto Rico para su aprobación.

Ayudas Privadas a la Navegación (PATON)

Otra autorización que puede ser requerida es la PATON de la Guardia Costera de los EE.UU. (USCG) para la instalación de balizas diurnas, luces, boyas, etc. para señalar obstrucciones marinas de propiedad privada u otros peligros similares para la navegación. Esto ayuda a garantizar que las operaciones de acuicultura sean claramente visibles para los buques itinerantes y no representen un peligro para la navegación. Las boyas de amarre no comerciales pueden no requerir este permiso.

Permiso de Desarrollo, Uso de Suelo y Operación de Negocios

Este permiso es obligatorio y las solicitudes se presentan a través de la Oficina de Gerencia de Permisos del DDEC. Este permiso requiere una tarifa de presentación de \$75 y cubre a todas las empresas de acuicultura comercial, incluyendo fincas comerciales en el agua, centros de acuicultura, centros de procesamiento y venta de productos, criaderos y viveros comerciales.

Permisos especiales de pesca del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico

El DRNA puede exigir permisos especiales de pesca. Estos incluyen un Permiso Científico o Permiso de Acuicultura/Maricultura, que tienen una tarifa de presentación de \$25 a \$400, según el uso del permiso y el estatus del solicitante como una entidad con o sin fines de lucro. Los posibles usos abarcan la captura, importación, exportación y tenencia de organismos acuáticos. Esto se aplicaría a la importación de reproductores de ostras, algas marinas o larvas fijadas/semillas; a la recolección de larvas fijadas de ostras silvestres y de reproductores o masas y láminas parentales de algas marinas para su cultivo; y a la exportación de organismos cultivados. Además, varias especies de vertebrados e invertebrados figuran como autorizadas para la importación, incluyendo diversas especies de ostiones, como la ostra del Pacífico no nativa, *Crassostrea gigas*. La lista de especies autorizadas para la importación no incluye ningún tipo de alga. Se requeriría una autorización separada para las especies no incluidas en la lista. También se requieren certificados sanita-

rios de veterinarios acreditados para las especies importadas.

Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes (NPDES)

Este permiso de la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA) puede ser requerido dependiendo de los umbrales de producción, los tipos de sistemas de cultivo y los contaminantes biológicos. El cultivo de mariscos o macroalgas puede no requerir este permiso. Los solicitantes deben confirmar esto con la EPA. Los proponentes de proyectos en Puerto Rico deben presentar las solicitudes directamente a la Región 2 de la EPA. Aunque el permiso del NPDES es desarrollado y emitido por la EPA, el DRNA actúa como la autoridad certificadora.

Requisitos para la infraestructura en tierra y el procesamiento postcosecha

Si bien este informe se centra en gran medida en los requisitos para la acuicultura marina en el agua, todavía existen varios requisitos pertinentes para la infraestructura en tierra y el procesamiento postcosecha. Por ejemplo, el uso o la toma de agua salobre o salina para instalaciones acuícolas en tierra, como un criadero, vivero o sistema de depuración, requiere un permiso de toma de agua del DRNA.

Si el proyecto incluye un componente de procesamiento de productos, también deberá cumplir con las disposiciones del Departamento de Salud de Puerto Rico. Un caso de este tipo requerirá un permiso de operación, el cumplimiento de los requisitos de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) para alimentos de mar, y la capacitación y certificación de quienes manipulan los alimentos.

Otras leyes y requisitos aplicables

La Ley para la Promoción y Desarrollo de la Industria de la Pesca y la Acuicultura de Puerto Rico (Ley 61) creó el Consejo de la Industria Pesquera y Acuícola y el Programa de Promoción, Desarrollo y Administración Pesquera en el Departamento de Agricultura de Puerto Rico (PRDA). La Ley 61 también asignó funciones al Consejo de la Industria de la Pesca y la Acuicultura, como la creación de un plan de desarrollo de la pesca y la acuicultura. Además, un reglamento asociado (Reglamento 6613) crea un marco para que el PRDA promueva y desarrolle el sector de la acuicultura y las pesquerías. Históricamente, esta ley y el reglamento asociado no han sido implementados.

De manera exclusiva, en el municipio de Culebra, una finca requeriría una aprobación adicional de la agencia local de la Autoridad de Conservación y Desarrollo de Culebra (ACDC), que se dedica a establecer políticas públicas para la conservación y el desarrollo. Los solicitantes deben confirmar si existen requisitos de obtención de permisos municipales donde se ubicará su finca.

La acuicultura marina fuera de las aguas territoriales (es decir, más allá de las 9 millas náuticas) estaría bajo jurisdicción federal y podría requerir un GP o IP del USACE, un NPDES de la EPA y una autorización de PATON de la USCG. Se recomienda que los solicitantes se comuniquen con los Coordinadores de Acuicultura de la Región Sudeste de Pesquerías de NOAA si tienen preguntas sobre los requisitos de obtención de permisos para la acuicultura en alta mar. Aunque el gobierno local de Puerto Rico no tendría jurisdicción, la consistencia federal bajo el Artículo 307 de la CZMA le daría a Puerto Rico voz y voto en la toma de decisiones de las agencias federales.

Resumen e información clave

En Puerto Rico, el proceso de la JPA actúa como nexo para los permisos GP o IP del USACE. Si bien la autorización de una concesión del DRNA forma parte del proceso de la JPA, la agencia tiene varios requisitos separados que son responsabilidad del solicitante (Cuadro 1 y Imagen 6). La regulación para el arrendamiento de tierras sumergidas y aguas territoriales se aplica a todas las industrias marinas, incluida la acuicultura, y las tarifas anuales varían según los valores de tasación de los sitios específicos. Si bien Puerto Rico cuenta con reglamentaciones de arrendamiento que se aplican a la acuicultura marina, no se implementan activamente regulaciones de arrendamiento específicas para la acuicultura, zonificación espacial para la acuicultura ni leyes generales de desarrollo de la acuicultura.

Se pueden realizar exenciones a los requisitos de la JPA para una concesión, tales como la tarifa de presentación, la tarifa anual y el aviso público, para proyectos de investigación científica o para personas que carezcan de recursos económicos. Los pescadores de buena fe figuran como personas que pueden solicitar una exención en la regulación para el arrendamiento de tierras sumergidas y aguas territoriales.

Además de la JPA, diferentes organismos federales y territoriales exigen varias autorizaciones o permisos adicionales para operar una instalación de acuicultura marina; se solicitan por separado (Cuadro 1). Algunas de es-

tas autorizaciones o permisos pueden ser obligatorias o no según el tipo de operación acuícola.

La Ley de Pesquerías de Puerto Rico incluye a una lista de especies aprobadas, la cual se aplica a los emprendimientos de acuicultura. Por lo demás, los gobiernos locales no han aclarado las expectativas para el desarrollo de una acuicultura sostenible ni han respaldado oficialmente las mejores prácticas de gestión que aborden las preocupaciones ambientales.

Además, al momento de redactar el presente informe, no se disponía de una guía completa ni información general sobre el proceso de obtención de permisos en los sitios web del gobierno local.

Consideraciones normativas y reglamentarias y recomendaciones para un crecimiento sostenible e inclusivo

Para lograr un crecimiento sostenible de la industria acuícola marina en Puerto Rico es necesaria la implementación de políticas de acuicultura habilitadoras y de regulaciones medioambientales. Si bien se necesitan normas regulatorias adecuadas para limitar el riesgo y las consecuencias de impactos ambientales negativos, las regulaciones ambientales innecesariamente estrictas se han asociado con un bajo crecimiento o desarrollo de las industrias acuícolas en diferentes lugares del mundo (Abate et al., 2016). Además, las cargas regulatorias pueden ser desproporcionadamente altas para los productores a pequeña escala, ya que pueden tener menos acceso a los recursos necesarios para navegar por procesos complejos de obtención de permisos (van Senten et al., 2020). También se han registrado casos en los que la acuicultura a gran escala ha contribuido a la gentrificación, la marginación y la reducción del acceso a recursos compartidos para los productores y pescadores a pequeña escala (Genschick et al., 2017; Kaminski et al., 2020; Khiem et al., 2010; Partelow et al., 2021). Los resultados preliminares de las encuestas realizadas por Mujeres de Islas en todo Puerto Rico indican una preocupación generalizada ante la posibilidad de que personas no residentes ingresen a la industria acuícola y reduzcan el acceso para la población local (Gómez-Andujar y Considine, 2025). Garantizar que las desigualdades localizadas no se repitan en los acuerdos comerciales de la acuicultura puede ser particularmente importante en Puerto Rico si se considera el contexto colonial histórico y la gentrifica-

ción costera actual (Kaminski et al., 2020; Klein, 2018; Wright et al., 2023).

Un entorno regulatorio y normativo propicio puede contribuir a un crecimiento eficaz, sostenible e inclusivo, y puede ser especialmente importante para los productores a pequeña escala, quienes a menudo carecen de acceso a insumos agrícolas como semillas, asistencia técnica y capital financiero (Kaminski et al., 2020; Stevenson & Irz, 2009). Equilibrar las protecciones ambientales con el crecimiento de la industria puede ser un desafío clave para la elaboración de futuras regulaciones de acuicultura en Puerto Rico (Abate et al., 2016; Davies et al., 2019; Knapp & Rubino, 2016; Naylor et al., 2023), pero se puede lograr adoptando un enfoque sistemático y basado en evidencia para la elaboración, consulta y consolidación de la legislación y las políticas de apoyo.

En general, se necesita un marco regulatorio integral y políticas propicias para el desarrollo de la acuicultura en Puerto Rico. Para apoyar el crecimiento de la industria acuícola de manera sostenible e inclusiva, se recomiendan las siguientes medidas.

Proceso de obtención de permisos claro, transparente y simplificado

Las herramientas que intenten hacer que el otorgamiento de licencias y permisos sea claro y transparente, tales como sitios web y recursos que describan el proceso de obtención de permisos y especifiquen contactos identificables, pueden facilitar un mejor crecimiento. Actualmente se carece de una ubicación centralizada para la información sobre el proceso de obtención de permisos en Puerto Rico, y se necesita una guía regulatoria integral para que los posibles productores puedan navegar por estos requisitos. Los recursos podrían incluir una lista de verificación o un diagrama de flujo de los pasos para la obtención de los permisos, una página web con enlaces a todas las solicitudes de permisos y una lista de contactos de todas las agencias pertinentes. Además, las solicitudes de permisos y demás recursos deberían traducirse al español, dado que es el primer idioma de la mayoría de los puertorriqueños (ver el [apéndice](#) como ejemplo de un recurso del DRNA para la restauración de corales). La NOAA ha apoyado el desarrollo de recursos y páginas de sitios web para los procesos de obtención de permisos de acuicultura en otros estados y territorios, lo cual podría ser una opción para Puerto Rico.

También es importante contar con personal y recursos de las agencias gubernamentales dedicados a la gestión de la acuicultura (Lester et al., 2022). Sería positivo contar

con una agencia local líder en la acuicultura para la coordinación, planificación, implementación e integración de los requisitos regulatorios de la industria. Por ejemplo, sería útil para los posibles futuros productores contar con una agencia local (por ejemplo, el DRNA o PRDA) que tenga personal asignado como contacto central que coordine plenamente entre todas las agencias territoriales y federales para la obtención de permisos, y que ayude a convocar a todas las agencias pertinentes para las reuniones previas a la solicitud. Además, un portal en línea para presentar todas las solicitudes de permisos podría ser beneficioso. Por ejemplo, la solicitud de GP o IP del USACE se presenta a través del Sistema de Solicitudes Regulatorias, y aunque este es el nexo para varios requisitos, no incluye todos los permisos o autorizaciones. Además, el DRNA todavía recomienda que los solicitantes presenten copias impresas en persona para el proceso de la JPA.

La planificación estratégica de ubicaciones para proyectos de acuicultura (*smart siting*)—mediante el uso de percepción remota, imágenes satelitales, y modelos y pronósticos basados en datos— puede ayudar a prevenir que la acuicultura afecte negativamente al medio ambiente, al mismo tiempo que aumenta las probabilidades de que pueda convertirse en un negocio viable y sostenible. Actualmente, en Puerto Rico, los posibles acuicultores deben contratar de manera individual a un consultor calificado para realizar estudios bentónicos y análisis de idoneidad del sitio para el proceso de obtención de permisos, lo cual puede representar una carga financiera significativa para los productores a pequeña escala. El desarrollo de herramientas de planificación estratégica de ubicaciones para proyectos de acuicultura podría ayudar a aliviar esta carga regulatoria (Imagen 6). Un ejemplo es la Herramienta de Planificación Estratégica de Ubicaciones de la Acuicultura en Baja California México de TNC (www.maps.tnc.org/acuaculturabaja), que tiene en cuenta una variedad de factores, como la calidad del agua, el hábitat bentónico, los sitios sociales y culturales, la navegación y el transporte marítimo, y la proximidad de la infraestructura disponible aguas arriba y aguas abajo. Otro ejemplo es la herramienta OceanReports de NOAA (coast.noaa.gov/digitalcoast/tools/ort.html), que considera más de 100 conjuntos de datos oceánicos diferentes en su análisis. Varios recursos existentes también podrían ayudar en la evaluación de la idoneidad del sitio en Puerto Rico, como los resultados del Taller de MSP del Ca-

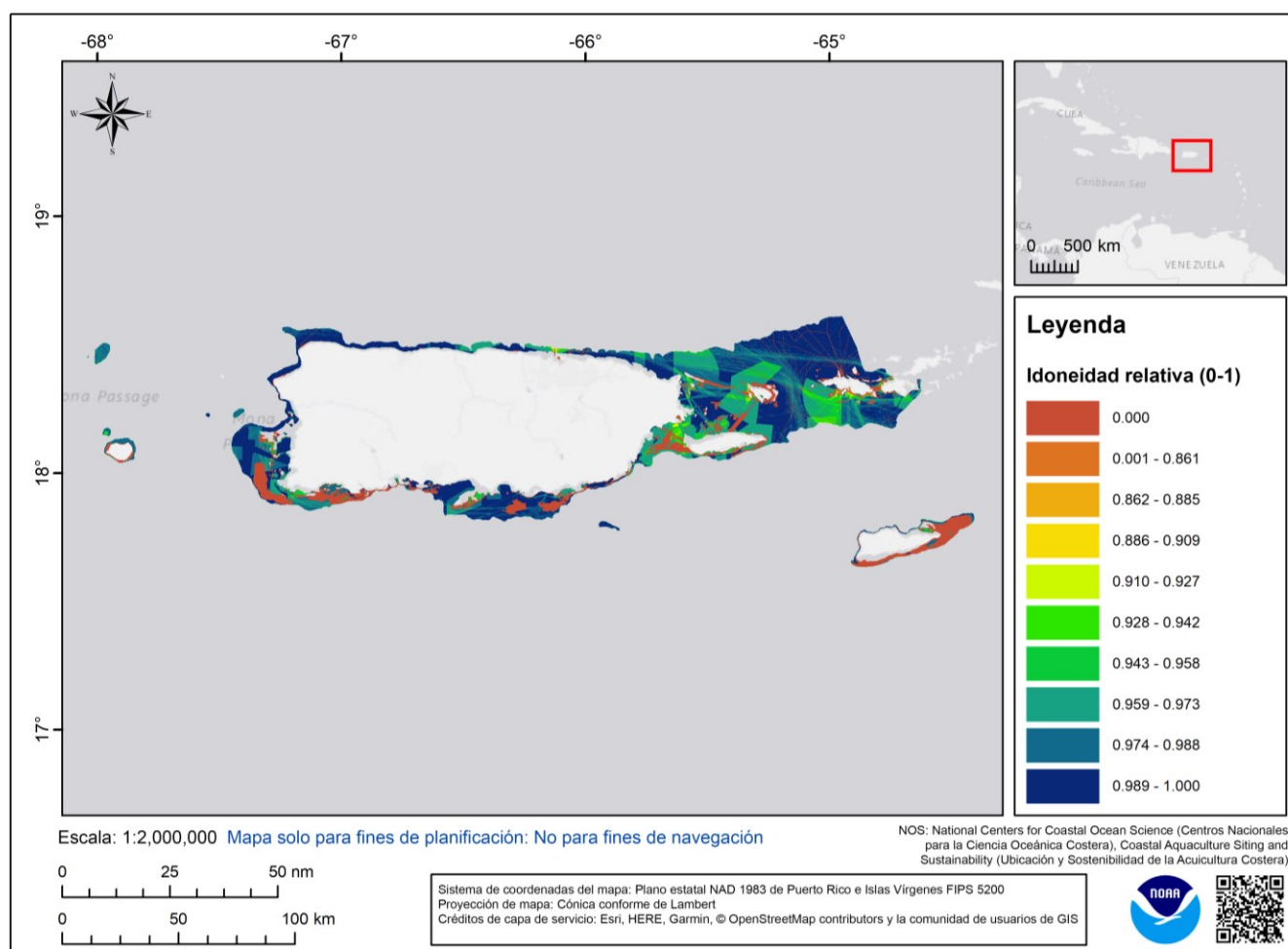


Imagen 6: Ejemplo de resultados de análisis de ubicación completados por la NOAA para asistir con la ubicación de la finca de algas marinas del Laboratorio de Biología Marina en Puerto Rico.

ribe de los EE. UU., los Estudios de Suelos de la Zona Costera del USDA-NRCS y la Iniciativa de Intercambio de Datos de CARICOOS.

La simplificación del proceso de obtención de permisos a través de áreas previamente aprobadas o de zonificación también podría facilitar el crecimiento al reducir los costos de los estudios ambientales y de las evaluaciones de sitios para los futuros productores, además de incentivar planes de zonificación para la infraestructura aguas arriba y aguas abajo (Lauer et al., 2015; Lester et al., 2022). Un mecanismo puede ser una evaluación ambiental programática de sitios acuícolas adecuados, lo cual podría respaldar el desarrollo de áreas "permitidas previamente" para los productores interesados y reducir la necesidad de realizar de forma individual estudios bentónicos y análisis de idoneidad del sitio. Otro mecanismo podría ser un proceso de zonificación holístico, como las Áreas de Arrendamiento de Alta Densidad o las Zonas de

Uso Acuícola desarrolladas en Florida, las cuales cumplen con criterios preestablecidos y consolidan múltiples fincas de mariscos en una sola ubicación para una mayor eficiencia regulatoria y de cultivo.

El desarrollo de una Evaluación Biológica Programática (PBA) o un Permiso General Programático (PGP) a través del USACE para la acuicultura de mariscos y algas marinas en Puerto Rico también podría simplificar los procesos de obtención de permisos, particularmente para las consultas de la ESA y la MSA. Un ejemplo de una PBA se encuentra en el estado de Washington, que se desarrolló en coordinación con la NOAA y el USFWS e incluye actividades comunes de acuicultura de mariscos y tipos comunes de elementos de amarre como procedimientos operativos locales estándar aprobados, lo cual permite a los solicitantes que cumplen con los criterios de la PBA agilizar los procesos de obtención de permisos (USACE, 2015). Un ejemplo de un PGP es el Permiso General SAJ-99 de

Florida, el cual permite concesiones para roca viva, mariscos y macroalgas. Además, evita la necesidad de examinar cada arrendamiento individual a través del proceso de consulta del Artículo 7 de Pesquerías de NOAA, siempre y cuando los solicitantes cumplan con los criterios del PGP.

Regulaciones de arrendamiento de la acuicultura marina

Las regulaciones específicas para el arrendamiento acuícola de tierras sumergidas proporcionan seguridad en la tenencia para las empresas, lo cual podría fomentar el desarrollo de la industria (Davies et al., 2019; Lester et al., 2022). Lester et al. (2022) hallaron que la inclusión de la acuicultura en la ley de derecho a cultivar de un estado estaba asociada positivamente con la producción. Las leyes de derecho a cultivar brindan a los productores ciertas protecciones legales contra el fenómeno NIMBY (no en mi patio trasero) y actitudes similares, como la denegación de demandas legales por molestias contra productores que utilizan prácticas sostenibles y aceptadas. También es importante que los operadores de acuicultura fomenten la confianza y el apoyo de las partes interesadas locales para la temprana aceptación de la comunidad, lo cual también se conoce como licencia social para operar.

La estructura de arrendamiento actual en Puerto Rico trata a la acuicultura de la misma manera que a otras industrias marinas, y la tarifa anual del DRNA se basa en un valor de tasación que puede considerar todos los usos marinos y el uso de la tierra adyacente. Las tasaciones

para espacios comerciales consideran el potencial de ingresos y las ventas comparables; por lo tanto, considerar todos los usos marinos y el uso de la tierra adyacente puede aumentar el valor de la tasación. Sería beneficioso contar con una estructura de arrendamiento separada y específica para las actividades de acuicultura marina con una tarifa anual fija por acre. Además, la tarifa de presentación y la frecuencia de renovación asociada, así como la tarifa anual, pueden no ser accesibles para los productores a pequeña escala, por lo que sería beneficioso que los montos de las tarifas y la frecuencia de renovación sean escalables según el tamaño y el tipo de actividad.

Otros estados de US tienen estructuras de arrendamiento separadas y específicas para la acuicultura, con tarifas de presentación y tarifas anuales que varían, pero que generalmente son más bajas que las requeridas en Puerto Rico (Beck et al., 2004). Por ejemplo, el estado de Maine cuenta con un sistema de arrendamiento por niveles que considera la escala de producción, la residencia y si se trata de especies alimentadas o no alimentadas; y cada nivel requiere costos, niveles de revisión y duraciones de renovación diferentes. El primer tipo de arrendamiento —la licencia de acuicultura de propósito limitado— permite a los cultivadores experimentar antes de invertir por completo en nuevos elementos de amarre, especies o negocios (Cuadro 3). El DRNA podría utilizar la plataforma de Políticas de Acuicultura del National Sea Grant Law Center (nsglc.olemiss.edu/projects/state-marine-aquaculture-policies/) para evaluar múltiples ejemplos de estructuras de arrendamiento con el fin de determinar las tarifas adecuadas que consideren las condiciones económicas locales.

Cuadro 3: Información sobre licencias y arrendamientos por niveles para la acuicultura marina en el estado de Maine.

Tipo de arrendamiento	Propósito	Tamaño	Duración	Costo
Licencia de acuicultura de propósito limitado	Permite a los cultivadores probar diferentes equipos y especies en distintas ubicaciones antes de solicitar un arrendamiento	400 pies cuadr.	1 año	\$100 al año para residentes \$400 al año para no residentes
Arrendamiento experimental	Para proyectos piloto comerciales y de investigación	Hasta 4 acres	Hasta 3 años	Tarifa de solicitud: \$750 Alquiler: \$100 por acre al año
Arrendamiento estándar	Para mariscos, peces de aleta o algas marinas	Hasta 100 acres	Hasta 20 años	Tarifa de solicitud: \$2,000 (con descarga), \$1,500 (sin descarga) Alquiler: \$100 por acre al año

Interacciones con comunidades costeras y pescadores locales

Las pesquerías a pequeña escala (SSF) de Puerto Rico proporcionan nutrición, medios de vida y patrimonio cultural que son esenciales para las comunidades costeras de todo el archipiélago (García-Quijano, 2009; Griffith & Valdés-Pizzini, 2002). Sin embargo, se han documentado casos de desarrollo acuícola en otras partes del mundo que han provocado interacciones negativas con las SSF. Mansfield et al. (2024) analizaron 46 estudios de casos diversos y encontraron que las políticas de desarrollo de la acuicultura que no consideran explícitamente la integración de las SSF tienen probabilidades de generar resultados negativos para las SSF, las comunidades costeras y los mercados locales. Algunos resultados negativos comunes han incluido un menor acceso a las zonas de pesca y a la infraestructura costera, la falta de beneficios económicos para las comunidades locales y la competencia con los mercados locales (Akyol & Ertosluk, 2010; Marshall, 2001; Nayak, 2017; Naylor et al., 2000). Por el contrario, las políticas que han considerado la integración de las SSF y la acuicultura han generado resultados mixtos con potencial para interacciones positivas, como ingresos complementarios y la diversificación de los medios de vida para los pescadores (Mansfield et al., 2024).

Será importante que las políticas de desarrollo de la acuicultura en Puerto Rico incentiven la integración de las SSF y consideren explícitamente los resultados en las comunidades costeras para garantizar una distribución equitativa de los beneficios. Actualmente, los pescadores de buena fe en Puerto Rico son elegibles para exenciones de la tarifa de presentación y de la tarifa anual asociadas con la autorización de una concesión de acuicultura, lo cual puede aumentar el acceso a esta industria. Otras consideraciones para fomentar los beneficios en las comunidades costeras de Puerto Rico pueden incluir la promoción del desarrollo de infraestructura local aguas arriba y aguas abajo, el apoyo a programas de desarrollo de la fuerza laboral para emplear a la población local a lo largo de la cadena de suministro, la reducción de las tarifas de concesión para los residentes y el codiseño del sector con las comunidades locales (Mansfield et al., 2024; Sierra Castillo et al., 2025).

Un taller con el Consejo de Manejo Pesquera del Caribe (CFMC) en marzo de 2026 destacó la importancia de considerar cómo los niveles de producción acuícola pueden compararse con los límites de captura anual para especies similares (CFMC, 2026). Estas interacciones dependen en gran medida del contexto, y llevar a cabo más in-

vestigaciones que exploren las condiciones locales mediante enfoques participativos podría resultar beneficioso para proporcionar recomendaciones más específicas.

Promover la integración de la acuicultura con otras industrias marinas también podría ser beneficioso. Por ejemplo, el turismo está experimentando un crecimiento rápido dentro de la Economía Azul de Puerto Rico y se ha promovido el ecoturismo para aumentar los beneficios de conservación y empoderar a las comunidades locales (Puerto Rico Tourism Company, n.d.). La integración del ecoturismo dentro de las estrategias comerciales de la acuicultura podría ayudar a las empresas a diversificar sus ingresos y abordar las percepciones negativas sobre la acuicultura, al mostrar sus beneficios socioeconómicos y medioambientales (Mohammadi et al., 2024).

Consideraciones medioambientales y preocupaciones de bioseguridad

Las regulaciones que también abordan las preocupaciones ambientales, como las amenazas a la bioseguridad, los impactos en las poblaciones silvestres y la pérdida de diversidad genética, son vitales para el desarrollo sostenible de las industrias acuícolas (Davies et al., 2019). El desarrollo y la adopción gubernamental de las mejores prácticas de gestión de la acuicultura también pueden fomentar un crecimiento sostenible (Lester et al., 2022).

La lista de especies aprobadas para la importación en Puerto Rico podría reconsiderarse o actualizarse, ya que actualmente no aprueba ni prohíbe ninguna especie de algas y permite el cultivo de algunas especies no nativas. Por ejemplo, la ostra del Pacífico no nativa está incluida en la lista aprobada, y si bien esta especie es la ostra más cultivada a nivel mundial debido a su amplia tolerancia al medio ambiente y a sus rápidas tasas de crecimiento, también ha afectado negativamente ecosistemas en todo el mundo como especie invasora y vector principal para otras especies invasoras (Molnar et al., 2008; Rue-sink et al., 2005). Otro ejemplo, el musgo marino de elkhorn o cottonii, *Kappaphycus alvarezii*, es una especie común de alga marina tropical ampliamente introducida y cultivada debido a sus altas tasas de crecimiento y por ser una fuente de carragenina, aunque se ha convertido en una especie invasora en varios lugares, causando impactos en los arrecifes de coral y otros ecosistemas (Conklin & Smith, 2005; Sellers et al., 2015). Los efectos potenciales del cultivo de especies no nativas deben evaluarse completamente antes de su autorización.

Otras recomendaciones reglamentarias para la acuicultura de algas marinas y mariscos que abordan preocupaciones ambientales incluyen:

- Fijar una cosecha anual máxima de reproductores.
- Establecer requisitos obligatorios de notificación de mortalidad por encima de un determinado porcentaje de la población para anticipar cualquier respuesta de emergencia ante enfermedades.
- Definir los requisitos sanitarios para las operaciones de viveros y criaderos, así como las densidades máximas de población para las operaciones de crecimiento, con el fin de limitar la propagación de plagas y patógenos.
- Desarrollar directrices bio-regionales sobre material de siembra, donde las plantas reproductoras se obtengan de la misma biorregión que los sitios de crecimiento.
- Elaborar directrices para la preparación y respuesta ante huracanes a fin de minimizar la pérdida de equipos.
- Establecer una distancia mínima requerida entre las fincas y hábitats sensibles.
- Recomendar equipos para fincas acuícolas diseñados para reducir posibles enredos de mamíferos marinos e impactos en el hábitat bentónico.

La adopción formal de las mejores prácticas de gestión acuícola por parte del gobierno local puede ayudar a abordar estas preocupaciones ambientales.

Regulaciones de procesamiento postcosecha y seguridad alimentaria

Si bien este informe se ha centrado en el aspecto de la producción de la acuicultura, es importante señalar que con el desarrollo de las industrias de algas marinas y mariscos, la implementación de regulaciones de procesamiento postcosecha y seguridad alimentaria será vital. Actualmente, el Departamento de Salud de Puerto Rico requiere permisos para operar, el cumplimiento de los requisitos de HACCP para mariscos y pescados, y capacitación y certificados de seguridad alimentaria para cualquier establecimiento que venda o procese productos del mar. Aunque que el APPCC para alimentos de mar puede ser aplicable a los mariscos y algas marinas, otros marcos federales pueden ser más adecuados o funcionar en conjunto.

A nivel federal, las algas marinas no están clasificadas por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE. UU. (FDA) como “productos agrícolas frescos” bajo la Regla de Seguridad de los Productos Agrícolas Frescos,

ni como “pescado o producto pesquero” bajo el HACCP para alimentos de mar, lo que genera vacíos regulatorios e incertidumbre acerca de qué normas de seguridad alimentaria se aplican (Engle et al., 2018; Janasie & Nichols, 2019). No obstante, los procesadores de algas marinas pueden estar sujetos a la regulación de Controles Preventivos para Alimentos Humanos de la Ley de Modernización de la de la Seguridad Alimentaria, la cual requiere que las instalaciones realicen un análisis de peligros e implementen controles preventivos por escrito; un enfoque similar al HACCP para alimentos de mar, pero distinto en su base regulatoria (Janasie & Nichols, 2019). Las consideraciones para los mariscos incluyen la participación del gobierno territorial en el Programa Nacional de Saneamiento de Moluscos y Mariscos (NSSP) de la FDA. El HACCP de alimentos de mar y el NSSP de la FDA se aplican a diferentes partes de la cadena de suministro y pueden funcionar en conjunto. La participación en el NSSP incluye la clasificación de las aguas en cultivo, el monitoreo de la calidad del agua, el establecimiento y la aplicación de controles de cosecha, la certificación de los distribuidores de mariscos y el mantenimiento de sistemas de trazabilidad.

Un punto de control importante para las industrias de mariscos son los requisitos de tiempo y temperatura después de la cosecha, ya que las especies de la bacteria *Vibrio* crecen exponencialmente a temperaturas cálidas del aire y pueden causar enfermedades graves a los seres humanos (Davis et al., 2021). Por ejemplo, algunos estados no permiten la cosecha durante las horas pico del sol y requieren que los productores utilicen mezclas de agua con hielo para un enfriamiento rápido durante los meses de verano. Además, algunos estados pueden requerir la depuración de los mariscos cosechados en ciertas ubicaciones para eliminar los contaminantes microbianos. Será importante que Puerto Rico establezca una autoridad de control de los mariscos que cumpla con el NSSP para lograr una industria de ostras segura, sostenible y escalable con acceso al mercado interestatal.

Las oportunidades de capacitación son esenciales para los productores acuícolas, los manipuladores de alimentos provenientes del mar y los procesadores, a fin de respaldar un sistema local de productos del mar seguro y resiliente. Los programas de capacitación actuales en Puerto Rico no están llegando a quienes más los necesitan, ya que el 83 % de los pescadores coincide en que debería haber más oportunidades de talleres de capacitación, y muchos de ellos señalan desafíos en materia de accesibilidad (Rodríguez-Cruz, 2020). A medida que Puerto Rico se expande hacia la acuicultura marina, ga-

rantizar que la capacitación sea asequible, geográficamente accesible y adaptada a las realidades locales será fundamental tanto para la seguridad como para el crecimiento de la industria. El Centro de Innovación y Tecnología Agroindustrial de la UPR de Mayagüez podría ser un recurso potencial para futuras capacitaciones sobre seguridad alimentaria.

Fondos, programas de préstamos y opciones de financiamiento

El financiamiento, los programas de préstamos y los incentivos a la inversión pueden ayudar a reducir las barreras de entrada al compensar los costos de los equipos acuícolas, la puesta en marcha y la capacitación. La investigación para la acuicultura con apoyo del gobierno, sobre temas como programas de reproducción de nuevas especies, tecnología acuícola o mercados novedosos, también puede fomentar los avances y el crecimiento de la industria (Lester et al., 2022; Van Wyk & Davis, 2006b). Las opciones de financiamiento son particularmente importantes para los productores a pequeña escala con recursos limitados (Kaminski et al., 2020; Stevenson & Irz, 2009).

Existen varias oportunidades de financiamiento federal y programas de asistencia financiera disponibles para el desarrollo de la acuicultura. Por ejemplo, la NOAA y el USDA cuentan con varios programas de subvenciones competitivas y programas de asistencia financiera para pequeñas empresas, investigación en acuicultura y desarrollo de la fuerza laboral (NOAA, 2025; USDA, 2025). Varias agencias del USDA se encuentran dentro de áreas de misión para apoyar un sector acuícola saludable, competitivo y sostenible. Además, los productores de ostras en algunos estados pueden acceder a un seguro de cultivo ante impactos de huracanes a través de un Póliza para Mariscos de la Risk Management Agency (Agencia de Gestión de Riesgos), combinada con un Endoso de Protección de Seguro contra Huracanes, Índice de Viento y la Opción de Tormenta Tropical, aunque este programa no está disponible actualmente en Puerto Rico. El Grupo de Trabajo Interagencial sobre Acuicultura (n.d.) elaboró una *Guía de Programas y Servicios Federales de Acuicultura*, que compila los recursos financieros disponibles para los productores acuícolas.

Además, el USDA-NRCS proporciona apoyo técnico y financiero a los productores de acuicultura de ostras que cumplen con las Mejores Prácticas de Gestión o los Estándares de Prácticas de Conservación (CPS) en algunos estados de los EE. UU., y un modelo similar podría implementarse en Puerto Rico. Por ejemplo, algunos programas del NRCS proporcionan asistencia técnica y financiera para actividades de restauración de ostras a través del CPS 643: Especificación de Prácticas para la Restauración de Comunidades Naturales Raras o en Disminución: Restauración de Bancos de Ostras, el CPS 400: Control de Bioincrustaciones y Elementos de Amarre para Acuicultura de Bivalvos, el CPS 472: Control de Acceso y el CPS 595: Control de Plagas. Solo algunos de estos CPS están disponibles actualmente en Puerto Rico, y algunos pueden no ser aplicables a nivel local.

Imagen 7: Ostras de manglar y perleras juveniles de Culebra (© Megan Considine).



Asimismo, uno de los principales desafíos para implementar este tipo de apoyo financiero en Puerto Rico es el requisito de documentar el control de las tierras sumergidas (por ejemplo, una concesión), dadas las barreras expuestas en la sección “Regulaciones de arrendamiento de la acuicultura marina” en este informe. a ciertas prácticas, como el monitoreo de enfermedades y plagas o el reciclaje de equipos acuícolas. Uno de los principales desafíos para implementar este tipo de apoyo financiero en Puerto Rico es el requisito de documentar el control de las tierras sumergidas (por ejemplo, una concesión), dadas las barreras expuestas en la sección “Regulaciones de arrendamiento de la acuicultura marina” en este informe. Además, podría justificarse una evaluación de los niveles de asistencia establecidos para el Caribe de los EE. UU. para garantizar que reflejen adecuadamente las

condiciones locales, incluyendo los altos costos de envío y los impuestos de importación para los equipos de acuicultura (TNC, 2025).

Las organizaciones locales, como Puerto Rico Sea Grant, cuentan con ciclos de financiamiento para investigación competitiva (Puerto Rico Sea Grant, n.d.) que a menudo presentan áreas prioritarias y de interés para la acuicultura. Además, aunque no está enfocado en la acuicultura, el Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico (n.d.) tiene oportunidades de financiamiento competitivo para la investigación innovadora en una variedad de áreas temáticas adyacentes, tales como la agricultura y las ciencias ambientales.

El Servicio de Extensión Agrícola de la UPR podría ser un recurso beneficioso para que los nuevos participantes

reciban asistencia en el desarrollo de planes de negocios de acuicultura. Otros modelos financieros existentes también pueden ser útiles, como el Modelo Financiero Básico de Fincas Oceánicas de GreenWave (GreenWave, n.d.), el cual respalda las etapas iniciales de planificación para estimar cuándo las nuevas fincas alcanzarán el punto de equilibrio y determinar qué factores afectarán el potencial de ingresos.

Conclusión

La acuicultura marina no se ha materializado plenamente en Puerto Rico, probablemente debido a varios factores, como los desafíos de comercialización, el conocimiento limitado de los productores y la necesidad de políticas que propicien su desarrollo. Como se destaca en este informe, quedan varios pasos por delante para lograr una industria de acuicultura marina sostenible y accesible. Las alianzas entre organizaciones no gubernamentales, productores, la industria, investigadores y responsables de la toma de decisiones han hecho posible este informe y serán necesarias para el éxito futuro de esta industria emergente.

Imagen 8: Ostra perlera, *Pinctada imbricata*, de la finca de ostras de Culebra (© Megan Considine).



Referencias

- Abate, T. G., Nielsen, R., & Tveterås, R. (2016). Stringency of environmental regulation and aquaculture growth: A cross-country analysis. *Aquaculture Economics & Management*, 20(2), 201-221. <https://doi.org/10.1080/13657305.2016.1156191>
- Akyol, O., & Ertosluk, O. (2010). Fishing near sea-cage farms along the coast of the Turkish Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyol*, 26, 11-15. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01348.x>
- Alston, D. E., Cepeda, E., & Teruel, S. W. (1999). Aquaculture in Puerto Rico. *Proceedings of the 45th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 607-627. <https://proceedings.gcfi.org/proceedings/aquaculture-in-puerto-rico/>
- Barnaby, R. (2006). *Growing seafood in the open ocean: Offshore aquaculture in the United States* (New Hampshire Sea Grant Technical Report UNHMP-TR-SG-06-22). https://extension.unh.edu/sites/default/files/migrated_unmanaged_files/Resource000659_Rep681.pdf
- Beck, M. W., Marsh, T. D., Reisewitz, S. E., & Bortman, M. L. (2004). New tools for marine conservation: The leasing and ownership of submerged lands. *Conservation Biology*, 18(5), 1214-1223. <https://doi.org/10.1111%2Fj.1523-1739.2004.00230.x>
- Benetti, D. D., Orhun, M. R., Zink, I., Cavalin, F. G., Sardenberg, B., Palmer, K., Denlinger, B., Bacoat, D., & O'Hanlon, B. (2007). Aquaculture of cobia (*Rachycentron canadum*) in the Americas and the Caribbean. In I. C. Liao & E. M. Leaño (Eds.), *Cobia aquaculture: Research, development and commercial production* (pp. 57-78).
- Caribbean Fisheries Management Council (CFMC). (2026). *Caribbean Mariculture Workshop 2026 report*. https://issuu.com/caribbeanfmc/docs/caribbean_marine_aquaculture_workshop_2026_report
- Conklin, E. J., & Smith, J. E. (2005). Abundance and spread of the invasive red algae, *Kappaphycus* spp., in Kane'ohe Bay, Hawai'i and an experimental assessment of management options. *Biological Invasions*, 7, 1029-1039. <https://doi.org/10.1007/s10530-004-3125-x>
- Cultimar Technologies. (2026, March 24-25). *Cultimar Technologies* [Workshop session]. Caribbean Fisheries Management Council Mariculture Hybrid Workshop, Carolina, Puerto Rico, United States. <https://issuu.com/caribbeanfmc/stacks/f1b0463ba1994090a9a69d8b27bd4a0d>
- Davies, I. P., Carranza, V., Froehlich, H. E., Gentry, R. R., Kareiva, P., & Halpern, B. S. (2019). Governance of marine aquaculture: Pitfalls, potential, and pathways forward. *Marine Policy*, 104, 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.02.054>
- Davis, B. J., Corrigan, A. E., Sun, Z., Atherly, E., DePaola, A., & Curriero, F. C. (2021). A case-control analysis of traceback investigations for *Vibrio parahaemolyticus* infections (vibriosis) and pre-harvest environmental conditions in Washington State, 2013-2018. *Science of the Total Environment*, 752, Article 141650. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141650>
- Davis, M., O'Hanlon, B., Rivera, J. A., Corsaut, J., Wadley, T., Creswell, R. L., Ayvazian, J., & Benetti, D. D. (2006). Recruitment of spiny lobsters, *Panulirus argus*, to submerged sea cages off Puerto Rico, and its implication for the development of an aquaculture operation. *Proceedings of the 57th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 975-980. <https://proceedings.gcfi.org/proceedings/recruitment-of-spiny-lobsters-panulirus-argus-to-submerged-sea-cages-off-puerto-rico-and-its-implication-for-the-development-of-an-aquaculture-operation/>
- Engle, C., Cygler, A., Kotowicz, D., & McCann, J. (2018). *Potential supply chains for seaweed produced for food in the northeastern United States* (Final report; USDA FSMIP Award No. 16FSMIPR10004). The University of Rhode Island Coastal Resources Center, the U.S. Department of Agriculture, and Rhode Island Sea Grant. <https://www.crc.uri.edu/download/Seaweed-Supply-Chain-Analysis-FINAL.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2025). *Guidelines for sustainable aquaculture*. <https://doi.org/10.4060/cd3785en>

- Freeman, M., Garavelli, L., Grear, M., Briggs, C., Zimmerman, Z., & Garcia-Medina, G. (n.d.). *Wave energy and offshore aquaculture in Puerto Rico: Spatial analysis to assess feasibility of co-location*. <https://storymaps.arcgis.com/stories/70f7a292513c4ed4a431ab05cb1a6b32>
- Froehlich, H. E., Gentry, R. R., & Halpern, B. S. (2017). Conservation aquaculture: Shifting the narrative and paradigm of aquaculture's role in resource management. *Biological Conservation*, 215, 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.09.012>
- García-Quijano, C. G. (2009). Managing complexity: Ecological knowledge and success in Puerto Rican small-scale fisheries. *Human Organization*, 68(1), 1–17. <https://www.jstor.org/stable/44148532>
- Genschick, S., Kaminski, A. M., Kefi, A. S., & Cole, S. M. (2017). *Aquaculture in Zambia: An overview and evaluation of the sector's responsiveness to the needs of the poor* (Working Paper: FISH-2017-08, CGIAR Research Program on Fish Agri-Food Systems). Department of Fisheries in Zambia and WorldFish. <https://hdl.handle.net/20.500.12348/26>
- Gentry, R. R., Alleway, H. K., Bishop, M. J., Gillies, C. L., Waters, T., & Jones, R. (2020). Exploring the potential for marine aquaculture to contribute to ecosystem services. *Reviews in Aquaculture*, 12(2), 499–512. <https://doi.org/10.1111/raq.12328>
- Gómez-Andujar, N. & Considine, M. E. (2025). [Unpublished raw data]. Mujeres de Islas.
- GreenWave. (n.d.). *Getting started: Build your business*. <https://hub.green-wave.org/lms/course/build-your-business/>
- Griffith, D., & Valdés-Pizzini, M. V. (2002). *Fishers at work, workers at sea: Puerto Rican journey through labor & refuge*. Temple University Press. <https://tupress.temple.edu/books/fishers-at-work-workers-at-sea>
- Hertler, H., Levine, J., & Ramirez-Toro, G. (2019). Oyster mariculture in Puerto Rico – A pilot study of evaluation of methods and feasibility. *World Aquaculture*.
- Innovasea. (2026, March 24–25). *Bringing open ocean aquaculture to Puerto Rico* [Workshop session]. Caribbean Fisheries Management Council Mariculture Hybrid Workshop, Carolina, Puerto Rico, United States. <https://issuu.com/caribbean-fmc/stacks/f1b0463ba1994090a9a69d8b27bd4a0d>
- Interagency Working Group on Aquaculture. (n.d.). *Guide to federal aquaculture programs and services*. National Science and Technology Council, Life Sciences Subcommittee. <https://www.ars.usda.gov/sca/Documents/Federal-aquaculture-resource-guide-2014.pdf>
- Janasie, C., & Nichols, A. (2019). *Regulation of seaweed as a food source* (Advisory). National Sea Grant Law Center. <https://nsglc.olemiss.edu/Advisory/pdfs/seaweedregulation.pdf>
- Kaminski, A. M., Kruijssen, F., Cole, S. M., Beveridge, M. C. M., Dawson, C., Mohan, C. V., Suri, S., Karim, M., Chen, O. L., Phillips, M. J., Downing, W., Weirowski, F., Genschick, S., Tran, N., Rogers, W., & Little, D. C. (2020). A review of inclusive business models and their application in aquaculture development. *Reviews in Aquaculture*, 12(3), 1881–1902. <https://doi.org/10.1111/raq.12415>
- Khiem, N. T., Bush, S. R., Chau, N. M., & Loc, V. T. T. (2010). *Upgrading small-holders in the Vietnamese Pangasius value chain* (Final report, ODI Grant Number R0334). An Giang University, Wageningen University, and Can Tho University. <https://www.fao.org/uploads/media/Upgrading-PangasiusFINAL.pdf>
- Kite-Powell, H. L., Ask, E., Augyte, S., Bailey, D., Decker, J., Goudey, C. A., Grebe, G., Li, Y., Lindell, S., Manganelli, D., Marty-Rivera, M., Ng, C., Robertson, L., Stekoll, M., Umanzor, S., & Yarish, C. (2022). Estimating production cost for large-scale seaweed farms. *Applied Phycology*, 3(1), 435–445. <https://doi.org/10.1080/26388081.2022.2111271>
- Klein, N. (2018). *The battle for paradise: Puerto Rico takes on disaster capitalists*. Haymarket Books. <https://www.haymarketbooks.org/books/1235-the-battle-for-paradise>
- Knapp, G., & Rubino, M. C. (2016). The political economics of marine aquaculture in the United States. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 24(3), 213–229. <https://doi.org/10.1080/23308249.2015.1121202>

- Lauer, P., López, L., Sloan, E., Sloan, S., & Doroudi, M. (2015). Learning from the systematic approach to aquaculture zoning in South Australia: A case study of aquaculture (Zones-Lower Eyre Peninsula) Policy 2013. *Marine Policy*, 59, 77-84. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.04.019>
- Lester, S. E., Gentry, R. R., Lemoine, H. R., Froelich, H. E., Gardner, L. D., Rennick, M., Ruff, E. O., & Thompson, K. D. (2022). Diverse state-level marine aquaculture policy in the United States: Opportunities and barriers for industry development. *Reviews in Aquaculture*, 14(2), 890-906. <https://doi.org/10.1111/raq.12631>
- Mansfield, E. J., Micheli, F., Fujita, R., Fulton, E. A., Gelcich, S., Battista, W., Bustamante, R. H., Cao, L., Daniels, B. N., Finkbeiner, E. M., Gaines, S., Peckham, H., Roche, K., Ruckelshaus, M., Saloman, A. K., Sumaila, U. R., White, C., & Naylor, R. (2024). Anticipating trade-offs and promoting synergies between small-scale fisheries and aquaculture to improve social, economic, and ecological outcomes. *npj Ocean Sustainability*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s44183-023-00035-5>
- Marshall, J. (2001). Landlords, leaseholders & sweat equity: Changing property regimes in aquaculture. *Marine Policy*, 25, 335-352. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(01\)00020-3](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(01)00020-3)
- Mattox, N. T. (1949). Studies on the biology of the edible oyster, *Ostrea rhizophorae* Guilding, in Puerto Rico. *Ecological Monographs*, 19(4), 339-356.
- Mohammadi, Z., Bhati, A. S., & Jerry, D. (2024). A pre-science style model of aquaculture tourism businesses. *Tourism Planning & Development*, 21(2), 245-253. <https://doi.org/10.1080/21568316.2022.2135133>
- Molnar, J. L., Gamboa, R. L., Revenga, C., & Spalding, M. D. (2008). Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(9), 485-492. <https://doi.org/10.1890/070064>
- Morris, J., & Wright, J. (2023, August 31-September 1). *U.S. Caribbean Marine Spatial Planning Workshop* [Workshop session]. U.S. Caribbean Marine Spatial Planning Workshop, San Juan, Puerto Rico, United States. NOAA. https://cdn.coastalscience.noaa.gov/projects-attachments/517/US-Caribbean-Marine-Spatial-Planning-Workshops_Puerto-Rico-Slides.pdf
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2023). [FY23 grant award summaries]. <https://www.fisheries.noaa.gov/s3/2023-05/FY23-Grant-Award-Summaries-FINAL.pdf>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2025, April 11). *Aquaculture funding opportunities and grants*. Retrieved April 29, 2026, from <https://www.fisheries.noaa.gov/national/aquaculture/aquaculture-funding-opportunities-and-grants>
- The Nature Conservancy (TNC). (2021). *Global principles of restorative aquaculture*. https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/TNC_PrinciplesofRestorativeAquaculture.pdf
- The Nature Conservancy (TNC). (2025). *U.S. Caribbean oyster aquaculture learning exchange*. <https://www.aquaculturescience.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/aquaculture/LearningExchangeReport.pdf>
- Nayak, P. K. (2017). Fisher communities in transition: Understanding change from a livelihood perspective in Chilika Lagoon, India. *Maritime Studies*, 16, Article 13. https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2017MarSt..16...13N/doi:10.1186/s40152-017-0067-3
- Naylor, R. L., Fang, S., & Fanzo, J. (2023). A global view of aquaculture policy. *Food Policy*, 116, Article 102422. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102422>
- Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C. M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., & Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405, 1017-1024. <https://doi.org/10.1038/35016500>
- Partelow, S., Asif, F., Béné, C., Bush, S., Manlosa, A. O., Nagel, B., Schlüter, A., Chadag, V. M., Choudhury, A., Cole, S. M., Cottrell, R. S., Gelcich, S., Gentry, R., Gephart, J. A., Glaser, M., Johnson, T. R., Jonell, M., Krause, G., Kunzmann, A. ... Turchini, G. M. (2023). Aquaculture governance: Five engagement arenas for sustainability transformation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 65, Article 101379. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101379>

- Partelow, S., Schlüter, A., Manlosa, A. O., Nagel, B., & Octa Paramita, A. (2021). Governing aquaculture commons. *Reviews in Aquaculture*, 14(2), 729–750. <https://doi.org/10.1111/raq.12622>
- Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources (DNER). (2026). *Final Section 309 assessment and strategy 2026 to 2030*. <https://www.drna.pr.gov/wp-content/uploads/2026/03/Final-Section-309-PRCZMP-FY26-30.pdf>
- Puerto Rico Science, Technology, & Research Trust. (n.d.). *Research grants: Funds to grow*. Retrieved December 4, 2025, from <https://prscience-trust.org/research-grants-program/>
- Puerto Rico Sea Grant. (n.d.). *Research projects*. Retrieved December 4, 2025, from <https://sea-grantpr.org/en/research/research-projects/>
- Puerto Rico Tourism Company. (n.d.). Sustainable travel in Puerto Rico. <https://www.discoverpuerto-rico.com/things-to-do/sustainable-travel-puerto-rico>
- Rivera, J. (2022, August 11–12). *Historic summary of aquaculture experience in Puerto Rico* [Meeting session]. 179th Caribbean Fisheries Management Council Meeting, Carolina, Puerto Rico, United States.
- Rodriguez-Cruz, L. A. (2020). *Seafood handling and processing in western Puerto Rico: Challenges and opportunities for commercial fishermen* (Research brief). University of Puerto Rico. https://www.researchgate.net/publication/342716333-Seafood_handling_and_processing_in_western_Puerto_Rico_Challenges_and_opportunities_for_commercial_fishermen
- Ruesink, J. L., Lenihan, H. S., Trimble, A. C., Heiman, K. W., Micheli, F., Byers, J. E., & Kay, M. C. (2005). Introduction of non-native oysters: Ecosystem effects and restoration implications. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36, 643–689. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152638>
- Ruff, E. O., Gentry, R. R., & Lester, S. E. (2020). Understanding the role of socioeconomic and governance conditions in country-level marine aquaculture production. *Environmental Research Letters*, 15(10), Article 1040a8. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb908>
- Sellers, A. J., Saltonstall, K., & Davidson, T. M. (2015). The introduced alga *Kappaphycus alvarezii* (Doty ex PC Silva, 1996) in abandoned cultivation sites in Bocas del Toro, Panama. *BioInvasions Records: International Journal of Field Research on Biological Invasions*, 4(1), 1–7. <http://dx.doi.org/10.3391/bir.2015.4.1.01>
- Sierra Castillo, L., Ferguson Irlanda, C. E., Aceves-Bueno, E., Froelich, H., Mancilla, C., Rivera, A., & Gaines, S. D. (2025). Aquaculture isn't always the answer: Rethinking blue transitions through justice and community experience. *Global Environmental Change*, 94, Article 103046. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2025.103046>
- Stevenson, J. R., & Irz, X. (2009). Is aquaculture development an effective tool for poverty alleviation? A review of theory and evidence. *Cahiers Agricultures*, 18(2–3), 292–299. <https://doi.org/10.1684/agr.2009.0286>
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE). (2015). *Programmatic biological assessment: Shellfish activities in Washington State inland marine waters*. https://www.nws.usace.army.mil/Portals/27/docs/regulatory/NewsUpdates/Shellfish_PBA_30_Oct_2015.pdf?ver=2016-09-07-185805-287
- U.S. Department of Agriculture (USDA). (2025, July 3). *Aquaculture*. <https://www.nifa.usda.gov/grants/programs/animal-programs/aquaculture>
- van Senten, J., Engle, C. R., Hudson, B., & Conte, F. S. (2020). Regulatory costs on Pacific coast shellfish farms. *Aquaculture Economics & Management*, 24(4), 447–479. <https://doi.org/10.1080/13657305.2020.1781293>
- Van Wyk, P., & Davis, M. (2006a). Integrating aquaculture into Caribbean development: Selection of marine species. *Proceedings of the 57th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 917–928. <https://proceedings.gcfi.org/proceedings/integrating-aquaculture-into-caribbean-development-selection-of-marine-species/>
- Van Wyk, P., & Davis, M. (2006b). Regulatory policies to promote the development of sustainable aquaculture. *Proceedings of the 57th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 929–936. <https://proceedings.gcfi.org/proceedings/regulatory-policies-to-promote-the-development-of-sustainable-aquaculture-in-the-caribbean/>

- Virgin Islands Department of Planning and Natural Resources (VI DPNR). (2026, March 24-25). *Status of mariculture in the U.S. Virgin Islands* [Workshop session]. Caribbean Fisheries Management Council Mariculture Hybrid Workshop, Carolina, Puerto Rico, United States. <https://is-suu.com/caribbeanfmc/statuses/f1b0463ba1994090a9a69d8b27bd4a0d>
- Watters, K. W., & Martínez, P. A. (1976). A method for the cultivation of the mangrove oyster in Puerto Rico. *Aquacultural Fisheries Contribution*, 8(1), 1-35.
- Watters, K. W., & Prinslow, T. E. (1975). Culture of the mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae* Guilding, in Puerto Rico. *Proceedings of the Annual Meeting - World Mariculture Society*, 6(1-4), 221-233. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1975.tb00020.x>
- Wright, J., Wilson, R., Wylie, M., Rule, E., Walter, J. F., III, Hendon, R., & Morris, J. (2023). *Mapping the way forward: Spatial data inventory and insights for marine planning in Puerto Rico* (Workshop summary; NOAA Technical Memo NOS NCCOS 324, NMFS 773). NOAA National Centers for Coastal Ocean Science - Marine Spatial Ecology Division and NOAA NMFS Southeast Fisheries Science Center. <https://doi.org/10.25923/59g4-7f47>

Apéndice: Guía para la obtención de permisos para actividades de restauración de recursos marinos en Puerto Rico





The Nature Conservancy en Puerto Rico
caribbean@tnc.org
www.nature.org

