

Análisis bioeconómico de la acuicultura

#acuicultura #bioeconomía #sector primario #Objetivos de desarrollo sostenible

1. - Resumen:

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la acuicultura dentro del sector primario es la actividad económica de mayor crecimiento y desarrollo en los últimos 40 años (frente a la agricultura, la ganadería y la pesca).

Lograr satisfacer las necesidades de alimento de una población mundial cada vez mayor y la resiliencia de los sistemas de producción de alimento es uno de los retos de futuro a los que se enfrenta la humanidad en las próximas décadas, incluyendo el desafío que supone realizar esto en un entorno complejo por las condiciones desafiantes por el efecto del Cambio Climático sobre los sistemas agropecuarios.

Este trabajo intenta aportar luz al rol de la acuicultura en el marco del sector primario y su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, mediante revisiones sistemáticas y metaanálisis de la situación actual y su desarrollo histórico. Se llevarán a cabo también análisis econométricos, PESTLE y SWOT sobre los datos obtenidos.

El papel de la acuicultura mundial está marcado por una asimetría (especies, zonas geográficas y sistemas (+ Tipo de agua)) y una dicotomía (producir para exportar o para consumir) Por lo que es necesario analizar los factores biológicos, estrictamente tecnológicos, económicos, operacionales y de estrategias empresariales o de mercado que se encuentran detrás de éxito exponencial de la acuicultura de las últimas décadas.

Este estudio sistemático de la acuicultura permitirá realizar una propuesta final de valor en el campo de análisis económico del sector primario con especial foco en la acuicultura.

2.- Antecedentes

Aunque la acuicultura se viene desarrollando desde hace más de 8.000 años (Nakajima et al., 2019) su auge se ha producido en los últimos 30-40 años, pasando de una producción prácticamente inexistente a más de 120 millones de toneladas anuales. En los 90, la producción acuícola mundial era de menos de 20 millones de toneladas anuales (FAO, 2022).

A nivel global, es necesario comparar la acuicultura con la agricultura, la ganadería, y la pesca. De acuerdo con la FAO, en esta comparación, la acuicultura o “Revolución azul” gracias al rápido y constante incremento de la productividad de las últimas cuatro décadas puede considerarse la actividad económica de mayor y más rápido crecimiento dentro del sector industrial primario que nos permite producir nuestro alimento, y continúa aumentando su crecimiento a un ritmo considerable (FAO, 2022).

Tanto ha sido el crecimiento de su producción año tras año que ha supuesto un cambio de paradigma de como obtenemos el alimento de nuestros mares y ríos. A nivel global, desde 2013, la acuicultura —cultivo y crianza— aporta a nuestros platos más cantidad de alimento que la pesca —métodos extractivos: caza, pesca y recolección— (51 % vs 49 %) (FAO, 2022). A diferencia de lo que sucede con la agricultura y ganadería, en la obtención de alimento de nuestros ríos y mares no se ha producido una transición completa entre un modelo productivo de “cazadores-recolectores” a otro de “cultivadores-criadores”. Por lo que, a día de hoy aún

dependemos de los métodos extractivos (pesca) para producir nuestro alimento, y el cultivo de ríos y mares debería potenciarse para no depender de unos caladeros cada vez más deteriorados (FAO, 2022).

La evolución en productividad de la ganadería y la agricultura han conseguido que desde hace muchos siglos no dependamos de los recursos naturales y de la productividad de los ecosistemas silvestres para alimentarnos y generando además unos excedentes de producción que pueden ser mercantilizados. A diferencia de lo que sucede con la caza y la recolección de especies silvestres (de setas y bayas principalmente) que prácticamente ya no tienen peso en nuestra alimentación, la pesca mantiene su preponderancia, y ambas actividades económicas extractivas y productivas (pesca y acuicultura) deberán seguir conviviendo las próximas décadas para cubrir la demanda global de productos pesqueros en los mercados globales.

Este predominio de la pesca frente a la acuicultura lo podemos constatar sobre todo si analizamos las cifras de producción de la pesca vs la acuicultura. Determinadas especies como los atunes, bacalaos, sardinas, merluzas, etc. siguen proviniendo de la pesca, a diferencia de los casos de éxito del cultivo de salmónidos, de los mejillones, o de las macroalgas que son principalmente cultivados. Un minucioso análisis de las cifras de producción globales de la acuicultura (FAO, 2024) nos muestran un desarrollo asimétrico del sector en varios aspectos en cuanto:

- i) a las especies cultivadas,
- ii) a las zonas de producción/ áreas geográficas,
- iii) a los sistemas de cultivo.

Este desarrollo asimétrico se debe a que no todas las especies pueden ser cultivadas y existen determinados cuellos de botella biológicos que impiden dicho cultivo o lo limitan. Ni todas las especies pueden ser cultivadas en todos los mismos sitios o ubicaciones. Ni todas las especies pueden ser cultivadas en los mismos sistemas e instalaciones (abiertos, cerrados, etc.). Ni todas las especies pueden ser cultivadas con una misma intensidad (extensivos vs ultra intensivos). Y sobre todo, no todas las especies que se cultivan en acuicultura se ha alcanzado un mismo grado de domesticación (Duarte et al., 2007), ni necesitan la misma intensidad de recursos para su cultivo (Vilchez-Gomez, 2022). Y, aunque se cultiven cientos de especies en acuicultura, la gran contribución de cantidades (en toneladas) cultivadas recaiga solo sobre una decena de especies y en unos pocos países (FAO, 2024).

Si atendemos a la intensidad con que se realizan las actividades económicas que nos permiten producir nuestro alimento, la producción de la acuicultura aún depende de métodos poco intensivos y poco tecnificados. Frente, y a diferencia, con lo que sucede con la agricultura, la ganadería o la pesca que podemos considerarlas ultraintensivas por la forma en que se realizan los cultivos o crianza. En gran parte el éxito para proveernos de alimento diariamente por parte de la agricultura, la ganadería y la pesca, y en cantidades suficientes para una población creciente está basado en la intensificación de los sistemas productivos agropecuarios.

Por el contrario, la acuicultura aún depende de los cultivos menos tecnificados y extensivos, por lo que podemos considerar que no ha alcanzado al mismo nivel de desarrollo tecnológico y económico en general del resto de actividades económicas del sector primario. Desarrollo tecnológico que supuso la intensificación exponencial de la agricultura mediante la “Revolución verde”, y del mismo modo de la ganadería o de la pesca.

A día de hoy, Asia y el sureste asiático aportan en volumen el 70 % de la producción acuícola mundial—China principalmente se mantiene como primer productor mundial con un 35 % de volumen— y reiteramos mediante métodos extensivos y poco tecnificados (FAO, 2022). A diferencia de lo que podría pensarse, zonas geográficas que basan su producción en métodos

Plan de Investigación: Análisis bioeconómico de la acuicultura

Programa de Doctorado en Ciencias Económicas y Empresariales

Dirección estratégica, creación de empresas, flexibilidad y calidad

más tecnológicos e intensivos (Europa y Norte América) tienen menor peso en el cómputo global de la producción, y su incremento de su producción está estancado (European Court of Auditors., 2023; FAO, 2022). Esto no sucede esto a nivel global, y la producción de la acuicultura continúa escalando posiciones exponencialmente en países teóricamente menos desarrollados (Sudamérica, Asia o África —principalmente Egipto—) y con especies que requieren un bajo nivel tecnológico para su cultivo.

Paradójicamente hay determinados países (*Small island Developing States – o Pequeños estados insulares en desarrollo*) donde se dan todos los requisitos para que se produzca un crecimiento de la acuicultura mayor que el nivel que presenta actualmente. En estos países en vías de desarrollo la acuicultura a duras penas contribuye a la cesta de la compra y a aumentar disponibilidad de alimento en cantidad y calidad. En algunos casos el consumo interno proviene principalmente de las importaciones (70 %) como en República Dominicana, o los recursos pesqueros son exportados/vendidos como en Kiribati. Aunque hay una escasez de datos de calidad y pocos estudios que aborden este aspecto. Este aspecto de la balanza pesquera de estos países en desarrollo ha sido poco estudiado. Actualmente y durante el desarrollo del proyecto de investigación “Situación sanitaria de las granjas de producción acuícola en República Dominicana y su impacto económico” (Ceballos-Francisco et al., 2024) al menos en República dominicana se va a analizar detenidamente, y se espera poder obtener datos de calidad que arrojen luz sobre este aspecto.

Esta aparente paradoja sobre el rol de la intensificación y tecnificación de los sistemas productivos agrarios nos muestra que lo que ha sido válido para la agricultura, la ganadería o la pesca parece que no funciona, o no tiene el mismo grado de éxito para la acuicultura si atendemos a los datos de producción mundiales. La explicación a esta paradoja puede estar en las características diferenciadoras e inherentes de la actividad acuícola, y que la diferencian de la agricultura o la ganadería. La principal característica diferenciadora es su desarrollo en el medio acuático la cual aporta algunas ventajas (mayor crecimiento de los animales) (Fry et al., 2018), pero dificulta los manejos ganaderos y sanitarios.

Estas mismas características inherentes de la acuicultura y la necesidad de recursos externos para su desarrollo y que tienen que ser importados para producir como los tecnológicos (equipos, maquinaria, etc.), o la alimentación de los animales en cultivo (piensos, materias primas, etc.) puede que estén frenando el desarrollo de la acuicultura en estos pequeños países insulares. Otros factores negativos pueden ser la falta de agua de calidad, o la falta de recursos para abordar los problemas sanitarios (enfermedades de diverso tipo debidas a parásitos, bacterias o virus) que pueden incidir negativamente en la rentabilidad empresarial, al menos en República Dominicana las mortalidades por diversas enfermedades parece que alcanzan tasas superiores al 20 % (Ceballos-Francisco et al., 2024)

Es un reto de futuro, de acuerdo a las Naciones Unidas, que el planeta sea capaz de satisfacer a una población mundial creciente de los recursos alimentarios suficientes (United Nations General Assembly, 2015). Este reto necesita de una visión holística del problema, y aunque la acuicultura aporta su grano de arena al computo global de alimento es necesario revisar las estrategias, políticas y factores que afectan o limitan su desarrollo y crecimiento.

En los países en vías de desarrollo la estrategia de la intensificación de los sistemas agropecuarios (de la agricultura y ganadería) ha sido determinante para contribuir a su soberanía y resiliencia alimentaria, y también para contribuir a la generación de excedentes que se pueden mercantilizar. Intensificación que implica sin duda incrementar los impactos ambientales de la producción, como por ejemplo la deforestación, los impactos sobre la biodiversidad y la fragmentación de los hábitats de los monocultivos, o de las macrogranjas. Y en el ámbito de la pesca es conocido el impacto de la intensificación de la pesca industrial sobre

los caladeros tradicionales que se encuentran a niveles no sostenibles desde hace décadas. Y aunque hemos mejorado en tecnologías y pescamos cada vez más lejos, las cantidades que la pesca como recurso “renovable” aporta cada año son constantes o menores. Aunque sin duda, y sin tener en cuenta estas externalidades la contribución de la intensificación de la agronomía ha permitido garantizar en cantidad y calidad el alimento que no era de ningún modo posible producir mediante sistemas menos intensivos y tecnificados.

Sin duda, y aunque tendemos a generalizar en exceso, pero no existe un mismo tipo de acuicultura, y no toda la acuicultura contribuye igual a la cesta de la compra de los hogares de todo el mundo. Ni toda la acuicultura consume la misma cantidad de recursos (naturales, energéticos o económicos) para producir.

Ninguno de los sistemas de producción de nuestro alimento está exento del riesgo de producir impactos ambientales de diferente magnitud. Y la acuicultura no podía ser menos, no siendo pocos los riesgos ambientales de su ejercicio (Naylor et al., 2000, 2021). Aunque su realización se considera de manera general más sostenible que otros tipos de ganaderías (Fry et al., 2018), existen muchos aspectos que deben ser analizados detenidamente, como son el uso de recursos tan poco sostenibles como las harinas y aceites de pescado, y la dependencia de determinados tipos de acuicultura (carnívoros) de la pesca de especies pelágicas de escaso valor comercial.

Si analizamos los datos de producción de la acuicultura y pesca de los últimos cuarenta años podemos extraer determinadas conclusiones (FAO, 2024), así, la contribución a la producción de alimento por parte de la acuicultura recae en unos pocos países (decenas) y unas pocas especies (decenas). También podemos constatar que existe un modelo productivo dicotómico. Por un lado, determinados países que producen especies de alto valor económico en sistemas altamente tecnificados para exportar o comerciar con la producción como los casos de Chile o Noruega (salmónidos) y Ecuador (Camarón). Y por otro lado países en los que una acuicultura de bajo nivel tecnológico se ha desarrollado con éxito —como en China o Egipto— donde se producen especies de bajo valor económico (carpas, tilapia o mugílidos) para su consumo interno. Estos dos modelos de desarrollo exitoso de la acuicultura obedecen a dos motivaciones distintas, cubrir la demanda de alimento interna del país, o cubrir la demanda de los mercados globales de productos pesqueros.

En la contribución dicotómica y asimétrica de la acuicultura y a la resiliencia de los sistemas alimentarios y a la cesta alimentaria hay una maraña de factores que dificulta su análisis, desde aquellos factores puramente biológicos, los tecnológicos, o los económicos. No es fácil evaluar la sostenibilidad de la actividad acuícola, y, con anterioridad a esta investigación ya se realizó un acercamiento a desenlazar esta maraña de factores a través de una matriz dinámica de indicadores no subjetivos (Vilchez-Gomez & Fernández-Pérez, 2018). Medir la sostenibilidad de la acuicultura de manera simple y efectiva nos puede permitir mejorar la gobernanza, o reducir el marco legal y administrativo que está considerado por la Comisión Europea como uno de los cuellos de botella para el desarrollo de la actividad (Vilchez-Gomez & Fernández-Pérez, 2018). Pero las complejas relaciones de la acuicultura con el medio ambiente o con el resto de actividades del sector primario dificulta esta tarea. También el ecosistema empresarial de la acuicultura, estructura, tamaño de las empresas, integración, estrategias, etc. ha sido poco estudiado. Esto dificulta la tarea de medir la sostenibilidad si se quieren incluir factores económicos y no meramente factores operacionales.

Si evaluamos su desarrollo histórico son muchos los factores que han contribuido al auge del sector acuícola, y al incremento exponencial de su producción en un corto periodo de tiempo. Entre estos factores es necesario diferenciar claramente entre los factores tecnológicos (biológicos o estrictamente tecnológicos) y económicos que han contribuido a su éxito.

Plan de Investigación: Análisis bioeconómico de la acuicultura

Programa de Doctorado en Ciencias Económicas y Empresariales
Dirección estratégica, creación de empresas, flexibilidad y calidad

Dentro de los factores tecnológicos que nos permiten criar peces, crustáceos y moluscos, o cultivar algas y microalgas debemos distinguir entre aquellos factores biológicos o estrictamente tecnológicos. Los primeros están directamente relacionados con el incremento del conocimiento biológico de las especies cultivadas en determinadas áreas: Conocimiento básico de la biología de las especies en condiciones de cultivo o en el medio natural —etología—, domesticación, reproducción, nutrición, salud e inmunología, etc. Los segundos, o factores estrictamente tecnológicos están directamente relacionados con los sistemas de producción para el cultivo o crianza de las especies acuícolas, las tecnologías, el equipamiento e instalaciones, o las soluciones de ingeniería e innovaciones que se han desarrollado para cubrir las necesidades biológicas durante todas las fases de los cultivos.

Sin duda, el sector acuícola, es un sector innovador, y gran parte de su crecimiento en tan corto periodo de tiempo se debe a la conjunción exitosa de estos factores biológicos y estrictamente tecnológicos.

Respecto a los factores económicos que han contribuido al éxito de la acuicultura y su rápido crecimiento nuestro conocimiento del sistema empresarial acuícola es menor, y son pocos los trabajos que lo analizan. Por eso es necesario analizar previamente los siguientes posibles factores económicos que han podido contribuir al éxito de la acuicultura: los mercados (demanda, especies, ubicaciones, y precios), el marco legislativo, las cuotas de producción y autorización administrativa para el uso del agua o suelo, el tamaño de las empresas y la localización, la integración empresarial vertical u horizontal, o los modelos de negocio y las estrategias empresariales que han seguido los principales operadores a nivel internacional para su consolidación. En este aspecto no debemos presuponer la preponderancia de un factor frente a otro hasta que no se realicemos un análisis completo y pormenorizado.

3.- Hipótesis y Justificación

Esta investigación intenta responder a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los factores que han influido en el éxito exponencial de la acuicultura de los últimos años?

Como hemos expuesto anteriormente existe una dicotomía y asimetría en el desarrollo histórico de la acuicultura a nivel global. Por un lado, son numerosos los factores tanto biológicos como estrictamente tecnológicos que han podido contribuir a su éxito. Por otro lado, también hay que tener en cuenta en conjunto con los anteriores los posibles factores económicos (estrictamente operacionales y estrategias empresariales) que hayan contribuido a este éxito en tan corto periodo de tiempo.

Las hipótesis preliminares de trabajo son las siguientes:

(i) La acuicultura contribuye de igual manera a la cesta de productos pesqueros independientemente de la ubicación de la actividad, las especies cultivadas y los sistemas utilizados para su cultivo.

(ii) La acuicultura no ha alcanzado su pleno nivel de desarrollo (como sucede con la agricultura o la ganadería) por lo que la producción global recae en sistema poco tecnificados y extensivos.

(iii) Existen limitaciones o cuellos de botella para el desarrollo de la acuicultura en determinados países (Pequeños Estados Insulares en Desarrollo) en los que preliminarmente se dan todos los elementos para que su contribución fuera mayor.

Justificación:

La realización de este trabajo se justifica en la necesidad de avanzar en el conocimiento del peso y contribución de las diferentes actividades económicas que componen el sector primario a la alimentación mundial. Abordar el reto de alimentar 10.000 millones de personas debe hacerse desde una perspectiva holística en la que se incluyan en conjunto tanto factores operacionales como estratégicos, como biológicos o tecnológicos. El peso de la acuicultura a esta contribución está escasamente estudiado desde esta perspectiva, y los trabajos existentes tienden a generalizar los beneficios que aporta la acuicultura sin atender a la asimetría y dicotomía de su desarrollo histórico y presente, y sin distinguir los distintos tipos de acuicultura que existen.

Tipos de acuicultura: Al menos se tendrá en cuenta en su clasificación entre: acuicultura marina, y de agua dulce, entre grupos de especies (peces, moluscos y crustáceos), grado de domesticación, y especies de especial relevancia (Top 10 de la producción mundial), zonas geográficas, intensidad de los sistemas productivos (de extensivos a ultraintensivos), cultivos con y sin uso de alimentación.

El marco teórico del trabajo:

Se tendrán como referencia los trabajos de J.M. Fernández-Polanco, I. Llorente, F. Asche, R. Tveterås, T. Bjørndal, C.E. Boyd, G. Kumar C.R. Engle, R.L. Naylor, M. Troell y M.E. Porter. Además de los trabajos ya realizados por el doctorando y su directora.

Son pocos los grupos de investigación a nivel internacional que abordan la economía de la actividad económica acuícola, en general los trabajos se centran sobre todo en especies económicas de alto interés (salmón y camarones). En su estudio fundamentalmente se aborda la economía de la acuicultura en los países desarrollados (Noruega, Europa, España, Estados Unidos, etc.) por la existencia de datos de calidad accesibles.

Este marco teórico es preliminar y no se descarta su ampliación durante el desarrollo del trabajo.

4.- Objetivos.

Tanto el objetivo general como los específicos que se pretenden alcanzar.

Objetivo general:

Analizar los factores biológicos, estrictamente tecnológicos, económicos, operacionales y de estrategias empresariales que se encuentran detrás de éxito exponencial de la acuicultura de las últimas décadas. Realizar una propuesta final que permita aportar valor en el campo de análisis económico del sector primario con especial foco en la acuicultura.

Objetivos específicos:

Establecer las características y el nivel de desarrollo tecnológico (domesticación, especies, sistemas, etc.) de la acuicultura a nivel global.

Revisar las limitaciones de los estudios económicos en el área de la gestión y producción en acuicultura proponiendo mejoras metodológicas.

Analizar el ecosistema empresarial de la acuicultura, su cadena de valor, y su contribución a la soberanía alimentaria a nivel global y regional. En este análisis se tendrá en cuenta la dicotomía de los modelos de negocio de producir para exportar o producir para

Plan de Investigación: Análisis bioeconómico de la acuicultura

Programa de Doctorado en Ciencias Económicas y Empresariales
Dirección estratégica, creación de empresas, flexibilidad y calidad

consumir, y la asimetría (especies, áreas geográficas y sistemas) de la contribución de la acuicultura a la alimentación global.

Evaluar la contribución de la acuicultura en los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo a la cesta de productos pesqueros. Con atención a los posibles cuellos de botella que limitan el desarrollo de la acuicultura en estos países y proponer las posibles mejoras realizables de los modelos productivos a futuro.

Examinar el rol de la intensificación de los sistemas productivos de nuestro alimento, su sostenibilidad, y todo ello en un escenario de cambio climático para aumentar la resiliencia de los sistemas de producción de alimento ante este reto.

Proponer un matriz dinámica de indicadores bioeconómicos que permitan medir la sostenibilidad de la acuicultura.

Proponer un matriz dinámica de indicadores que permita evaluar a priori el éxito de un proyecto empresarial / emprendimiento de un proyecto acuícola.

5.- Metodología.

Metodología general:

La realización de este trabajo se estructura en seis fases:

- 1ª.- Recopilación de datos oficiales y publicados sobre la acuicultura y/o sector primario
- 2ª.- Revisión y metaanálisis de los datos obtenidos
- 3ª.- Análisis econométrico
- 4ª.- Análisis PESTLE (*Political, Economic, Social, Technological, Legal y Environmental*) y SWOT (*Strengths, Weakness, Opportunities y Threats*)
- 5ª.- Conclusiones y propuestas
- 6ª.- Publicación de los trabajos y estructura de la tesis doctoral

Datos y acceso a los datos:

Para el desarrollo del trabajo se van a utilizar principalmente datos públicos de acceso libre de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en su base de datos Fishstat (FAO, 2024). A nivel europeo se obtendrán datos del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (Ciencia para la política) *Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries* (STECF). O datos publicados a nivel nacional de determinados países (España, Noruega, República Dominicana, etc.).

Es previsible que se obtengan datos propios mediante encuestas o cuestionarios, o solicitud de datos directamente a empresas y administraciones. Es previsible que se obtenga datos recopilados de publicaciones científicas vía revisiones bibliográficas.

Los datos que se obtengan serán accesibles en un repositorio en abierto:
<https://github.com/LVilchezGomez/PhDEconomicsUGR>

Revisión y metaanálisis de los datos:

Para la revisión sistemática de la contribución de la acuicultura a la alimentación global, y el cumplimiento de los objetivos de investigación se utilizará la metodología de revisiones y metaanálisis bajo los criterios PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) & PRISMA-ScR (*PRISMA Extensión for Scoping Reviews: Checklist and Explanation*) (Page et al., 2021; Tricco et al., 2018)

Preliminarmente se establecerán los criterios de búsqueda, términos, filtros, etc. en las bases de datos indexadas Web of Science (WOS) and Scopus.

Al menos se realizarán dos tipos de análisis del sector de acuicultura, conocidos por sus siglas en inglés:

- (i) PESTLE (Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Legales y Ambientales)
- (ii) SWOT (Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas)

Análisis econométrico, SWOT y PESTLE:

Los datos y conclusiones obtenidas en las anteriores fases se analizarán de manera sistemática, siendo prematuro adelantar en esta fase de la investigación el tipo de análisis en concreto que se va a realizar sobre los anteriores datos y conclusiones obtenidas. Para su realización se tendrá en cuenta el marco teórico y los trabajos precedentes con la finalidad de poder comparar los resultados.

Conclusión y propuesta:

Una vez concluidas las anteriores fases y en atención a los resultados obtenidos se realizará una propuesta final que permita aportar valor en el campo de análisis económico del sector primario con especial foco en la acuicultura.

Publicación de los trabajos y estructura de la tesis doctoral:

La estructura de la tesis doctoral será por publicación en revistas de alto impacto de las metodologías y resultados obtenidos, principalmente en [Aquaculture Economics & Management](#) y [Reviews in Aquaculture](#)

6.- Planificación temporal.

Cronograma simplificado:

Septiembre 2024: TFM Máster Técnicas Cuantitativas de Gestión Empresarial

Julio 2025: Defensa del Plan de Investigación

Diciembre 2024: Finalización de la fase 1ª. Obtención de los datos.

Primavera 2025: Publicación de los resultados de la fase 2ª.

Primavera 2026: Publicación de los resultados de la fase 3ª.

Primavera 2027: Publicación final de las conclusiones y propuesta. Defensa de Tesis.

7.- Medios y financiación.

El trabajo no cuenta con financiación pública en España.

El doctorando aporta sus medios.

Existe una parte financiada por el Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDOCYT) del Ministerio De Educación Superior, Ciencia y Tecnología del Gobierno de la República Dominicana para obtener los datos allí. (Ceballos-Francisco et al., 2024)

8.- Referencias bibliográficas fundamentales

- Ceballos-Francisco, D., Castillo Fortuna, Y., De La Rosa Gómez, F., Vilchez-Gomez, L., & Duran Bonet, U. (2024). *Proyecto de investigación 2024-2026 FONDOCYT: Situación sanitaria de las granjas de producción acuícola en República Dominicana y su impacto económico*.
- Duarte, C. M., Marba, N., & Holmer, M. (2007). Ecology: Rapid Domestication of Marine Species. *Science*, 316(5823), 382-383. <https://doi.org/10.1126/science.1138042>
- European Court of Auditors. (2023). *Política acuícola de la UE: Estancamiento de la producción y resultados poco claros a pesar del aumento de la financiación de la UE. Informe especial 25, 2023*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2865/235309>
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- FAO. (2024). *Fishstat. Statistical collections—Fisheries and Aquaculture*. <https://www.fao.org/fishery/en/fishstat/collections>
- Fry, J. P., Mailloux, N. A., Love, D. C., Milli, M. C., & Cao, L. (2018). Feed conversion efficiency in aquaculture: Do we measure it correctly? *Environmental Research Letters*, 13(2), 024017. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa273>
- Nakajima, T., Hudson, M. J., Uchiyama, J., Makibayashi, K., & Zhang, J. (2019). Common carp aquaculture in Neolithic China dates back 8,000 years. *Nature Ecology & Evolution*, 3(10), 1415-1418. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0974-3>
- Naylor, R. L., Goldberg, 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(6790), 1017-1024. <https://doi.org/10.1038/35016500>
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Bush, S. R., Cao, L., Klinger, D. H., Little, D. C., Lubchenco, J., Shumway, S. E., & Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591(7851), Article 7851. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J.,

- Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- United Nations General Assembly. (2015, septiembre 25). *A/RES/70/1 Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- Vilchez-Gomez, L. (2022). *Análisis bioeconómico de la valorización de subproductos de la industria cervecera en dietas funcionales para una acuicultura sostenible. Bioeconomic analysis of the recovery of by-products from the brewing industry in functional diets for sustainable aquaculture*. [Thesis for Ph.D. in Molecular Biology and Biotechnology, University of Murcia]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31627.98082>
- Vilchez-Gomez, L., & Fernández-Pérez, V. (2018, octubre 22). *Sustainable aquaculture growth through assessment of a dynamic matrix of non-subjective indicators*. POMS 2018, Granada, Spain.