

MARZO 2025

POLICY BRIEF N°18

**¿QUÉ MOTIVA LA DECISIÓN DEL TIPO Y DENSIDAD DE
SIEMBRA EN LA INDUSTRIA SALMONERA CHILENA?
UN ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA REGULACIÓN CHILENA**

Autores: **MSc. José Moncayo, Dr. Leonardo Salazar y Dr. Ruben Avendaño-Herrera.**
Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR).

Antecedentes, Alcance Y Objetivos Del Estudio

Chile es el segundo productor de salmónes a nivel mundial, y su industria es regulada por una estricta normativa, existiendo evidentes diferencias con la situación de otros productores de salmón del Atlántico, como Noruega, Canadá y Reino Unido. Desde 2009, la producción de salmón en el país se organiza a través de agrupaciones de concesiones de salmónidos (ACS), comúnmente conocidas como barrios. La conformación de estos barrios no se basó en criterios científicos ni ambientales; sino en una justificación operativa como la proximidad a grandes urbes y a rutas marítimas.

Tras la crisis del virus ISA, el ente regulador estableció normas que determinan el número máximo de peces (densidad) que pueden ser ingresados a las jaulas de los centros de cultivo marino al inicio del ciclo productivo, considerando el peso de cosecha final. Esta regulación no considera los factores ambientales específicos de cada concesión, y únicamente el desempeño sanitario parece influir en la densidad permitida. De acuerdo con la normativa, las empresas deben elegir entre dos sistemas de densidad mutuamente excluyentes:

El sistema de siembra por densidad determina el máximo número de peces que se deben sembrar por jaula al inicio del ciclo productivo, lo cual depende de un puntaje asignado por: **1)** un reporte ambiental que representa un 10% del puntaje total, **2)** la mortalidad en el ciclo anterior y **3)** la proyección de la cosecha.

Por otra parte, el sistema por porcentaje de reducción de siembra determina el crecimiento o reducción en el número de peces a sembrar en todos los centros de cultivo que pertenecen a un mismo concesionario¹ de acuerdo con: **1)** la mortalidad, **2)** uso de antibióticos y **3)** uso de productos farmacológicos durante el ciclo de cultivo anterior.

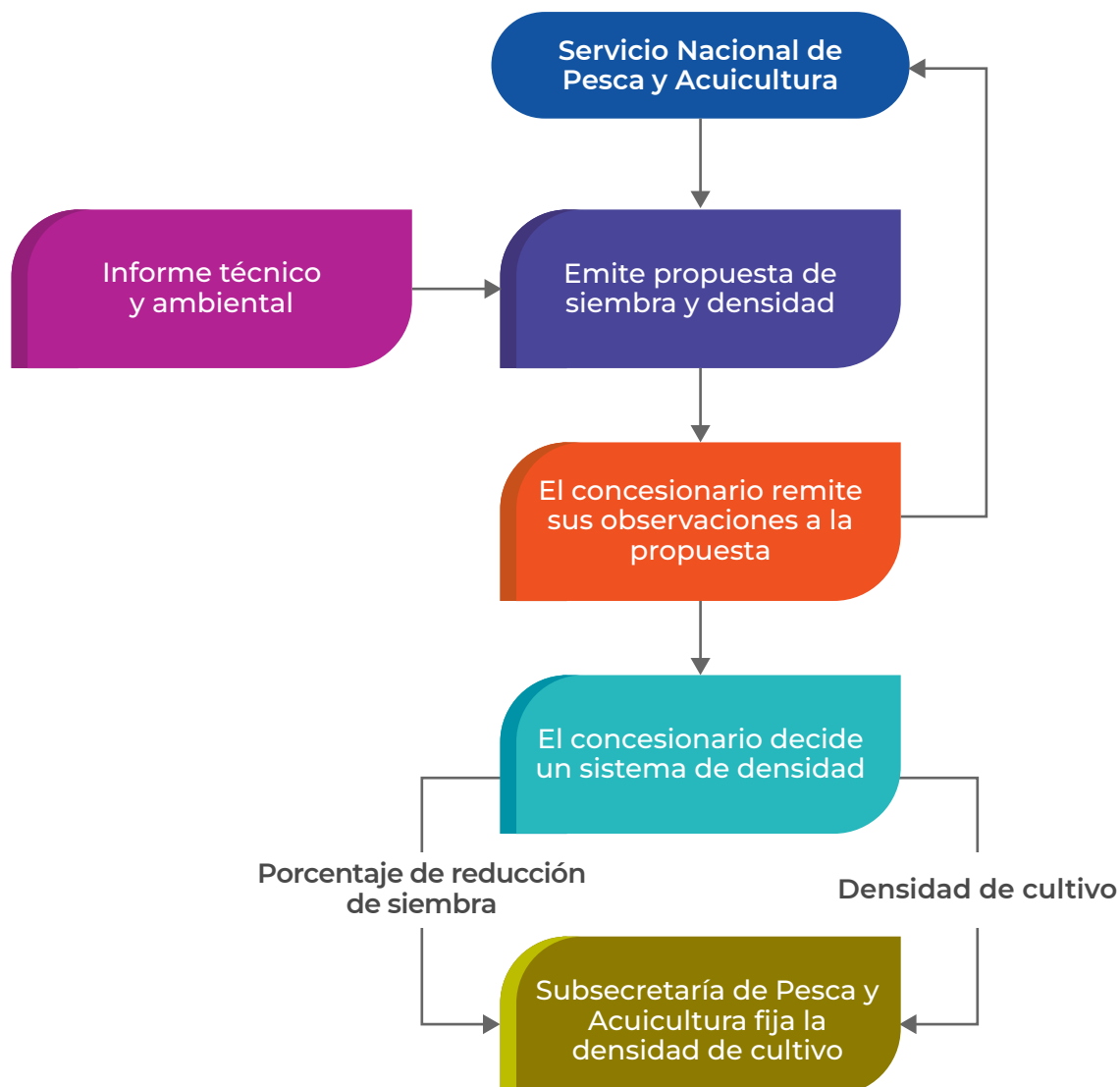
Ambos sistemas regulan la densidad, aunque se basan en distintos indicadores. El sistema de siembra por densidad determina el máximo número de peces que se deben sembrar por jaula al inicio del ciclo productivo, lo cual depende de un puntaje asignado por un reporte ambiental (que representa un 10% del puntaje total), por la mortalidad en el ciclo anterior y por la proyección de la cosecha. Por otra parte, el sistema por porcentaje de reducción de siembra determina el crecimiento o reducción en el número de peces a sembrar en todos los centros de cultivo que pertenecen a un mismo concesionario de acuerdo con la mortalidad, uso de antibióticos y uso de productos farmacológicos durante el ciclo de cultivo anterior.

Los incentivos bajo ambos sistemas son distintos. El sistema de siembra por densidad busca minimizar la mortalidad (bajo el 5%) y no incrementar la producción, mientras que el sistema por porcentaje de reducción de siembra intenta reducir la mortalidad (bajo el 14%) y reducir el uso de antibióticos y productos farmacológicos para el control del piojo de mar. Por tanto, el único determinante común para ambos sistemas es la mortalidad. Además, bajo ambos sistemas, el peso esperado de cosecha de la especie sembrada es el mismo, aunque en la práctica el peso promedio reportado excede al esperado.

¹Concesionario es el dueño de una concesión.

Por tanto, ¿Quién decide y qué motiva la decisión del tipo de siembra y densidad en la industria salmonera chilena? Es el concesionario, quien, una vez cumplidos los requisitos establecidos en la normativa, elige el sistema de densidad y que coincidentemente busca producir a máxima densidad. En este contexto, es preocupante el hecho que ninguno de los dos métodos considere el impacto que podría sufrir el ecosistema acuático; sólo el sistema de siembra por densidad lo valora en un 10%, mientras que el sistema por porcentaje de reducción de siembra no lo considera y es, este último, el más utilizado. La Figura 1 representa la decisión del concesionario.

Figura 1. Fijación de la densidad de cultivo de salmón.



Fuente: Elaboración propia

Este documento analiza los factores que determinan la elección del concesionario del sistema por porcentaje de reducción de siembra por sobre el sistema de siembra por densidad y estima sus efectos. Basado en lo anterior, el concesionario comúnmente elige el sistema por porcentaje de reducción de siembra. Por tanto, en este documento se analiza los factores que determinan esta elección por sobre el sistema de siembra por densidad y estima sus efectos.

Metodología

La decisión del concesionario puede ser considerada dicotómica, en el sentido que se le puede asignar dos números. Por ejemplo, si se elige el sistema por porcentaje de reducción de siembra, entonces se le asigna un número uno, mientras que si elige el sistema de siembra por densidad se le asigna el número cero. Esta decisión puede cambiar en el tiempo y se asume que depende de un conjunto de variables. Para identificar las variables que influyen en la elección del sistema de siembra, se empleó un modelo estadístico dicotómico (Logit) para datos de panel desbalanceado con efectos aleatorios. Este modelo permite seleccionar las variables que ayudan a predecir con mayor precisión la decisión de la empresa entre los dos sistemas disponibles. Para más detalles, se recomienda consultar el estudio de Moncayo et al. (2024).

Las fuentes de información empleadas en el estudio son datos públicos obtenidos a partir de los reportes de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y datos públicos del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), correspondientes a 470 observaciones de distintas concesiones acuícolas en el período 2016-2019.



Resultados Más Relevantes

Los resultados obtenidos indican lo siguiente:

- Si en el ciclo productivo previo se sembró salmón del Atlántico, entonces aumenta en un 36,6% la probabilidad de escoger el sistema por porcentaje de reducción de siembra.
- Si la especie fuera trucha arcoíris o salmón Coho, la misma probabilidad aumenta en un 29,8% en comparación con las granjas que no tienen registros de la especie.
- Un puntaje alto de bioseguridad y un puntaje medio de bioseguridad reduce, respectivamente, en un 34,8% y 22,8%, la probabilidad de escoger el sistema por porcentaje de reducción de siembra. La reducción en la probabilidad era esperada, ya que, de acuerdo con la legislación chilena, para el caso del salmón del Atlántico, el obtener un puntaje alto y medio permite que la concesión puede utilizar densidades de 17 kg/m³ y 15 kg/m³, respectivamente, lo cual reduce la probabilidad de seleccionar el sistema por porcentaje de reducción de siembra. Lo contrario ocurre cuando se obtiene un puntaje bajo debido a que en este caso la densidad disminuye a niveles entre 4 y 13 kg/m³ y el concesionario optaría por el sistema por porcentaje de reducción de siembra.
- Cuando el puntaje aeróbico se incrementa en un punto, la probabilidad de elegir el sistema por porcentaje de reducción de siembra disminuye en un 0,44%. El valor más bajo se podría explicar por el hecho que el puntaje aeróbico se conoce antes de la siembra y/o medidas de remediación han sido adoptadas en el fondo marino.
- Un puntaje medio de bioseguridad reduce en un 22,8% la probabilidad de seleccionar el sistema por porcentaje de reducción de siembra.
- El hecho que una concesión presente una baja clasificación de bioseguridad, no debe interpretarse necesariamente como meritorio de una sanción, dado que el concesionario de esta siempre tendrá la opción de cambiar el método de siembra, lo cual quitaría sentido a la regulación.



Crédito fotografía: Shutterstock.

Recomendaciones Para Políticas Públicas

- ▶ El sistema regulatorio podría mejorarse mediante la incorporación explícita de la capacidad de carga² de cada zona de cultivo, considerando tanto las características geográficas como los límites ecológicos. Esto incluye:
 - Factores físicos: Profundidad, corrientes y tamaño del área, que determinan la capacidad del entorno para dispersar nutrientes y desechos.
 - Capacidad ecológica: La biomasa máxima que el ecosistema puede soportar sin sufrir daños irreversibles, considerando indicadores como la tasa de sedimentación, concentración de sulfuros de hidrógeno, capacidad de dispersión de nutrientes y los impactos en especies no objetivo.
- ▶ En particular, sería esencial evaluar la efectividad de las medidas regulatorias. Un ejemplo concreto podría ser la aplicación de límites diferenciados a cada concesión, basados en sus puntajes productivos, físicos y ecológicos. Estos límites deberían complementarse con monitoreos periódicos de:
 - Niveles de oxígeno cerca del fondo marino.
 - Estado de recuperación del fondo marino tras el sometimiento a sistemas de cultivo.
- ▶ Además, podría analizarse cómo la capacidad de carga de una concesión influye en la prevalencia de enfermedades, como la piscirickettsiosis y la infestación por piojo de mar, así como en el grado de recuperación de los fondos marinos afectados por la actividad productiva.
- ▶ El sistema regulatorio actual debería transitar a uno de tipo ecosistémico, lo cual permitiría reducir las externalidades negativas y mejorar la percepción tanto de las comunidades aledañas a los sitios donde se ubican las concesiones como la de la sociedad en general respecto al impacto que realiza la salmonicultura en el ecosistema acuático.

Agradecimientos

Agradecemos el financiamiento otorgado a esta investigación por el Centro INCAR a través del Proyecto FONDAP-ANID N° 1523A0007.

Referencias

- Moncayo, J., Salazar, L., & Avendaño-Herrera, R. (2024). What drives stocking density decisions in the Chilean salmon industry? A retrospective analysis of stocking regulations. *Aquaculture Economics & Management*, 28(4), 643–659. <https://doi.org/10.1080/13657305.2023.2300486>
- Soto, D. (2022). Propuesta para establecer un sistema que regule la máxima producción posible de salmonídeos en ecosistemas marinos atendiendo a su capacidad de carga. Policy Brief, 11. <https://centroincarc.cl/wp-content/uploads/2022/07/PolicyBrief11Incar.pdf>

²La capacidad de carga de un ecosistema se define por aquellos límites que generan cambios inaceptables (i.e., cambios irreversibles) para un ecosistema de acuerdo con la percepción y evaluación que hace la sociedad, siempre y cuando se cuente con una línea de base como punto de referencia. La capacidad de carga tiene, al menos, dimensiones productivas, ecológicas y sociales. La capacidad de carga de ecosistemas marinos es abordada en detalle en Soto (2022).



**Universidad
de Concepción**



**Universidad
Andrés Bello®**



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza

www.centroincarc.cl