



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE CONCEPCIÓN**

**EFICACIA TERAPÉUTICA DE DIFERENTES ALTERNATIVAS
FARMACOLÓGICAS EN EL CONTROL DE CALIGIDOSIS EN
SALMÓNIDOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Memoria para optar al título de Médico Veterinario

Profesor Patrocinante: DCs AnaLía Henríquez Herrera MV
Estudiante: **Daniela Dias Moraga**

® DANIELA DIAS MORAGA; ANALÍA HENRÍQUEZ HERRERA

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Concepción, Chile
2025

CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

En Concepción, el día 08 de julio de 2025, los abajo firmantes dejan constancia que la alumna DANIELA DIAS MORAGA de la carrera de MEDICINA VETERINARIA ha aprobado la memoria para optar al título de MÉDICO VETERINARIO con una nota de 6.4

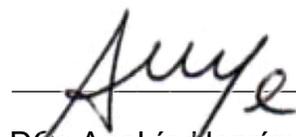


Mg Patricio Guzmán
Presidente Comisión



DR. MARCOS PEDREROS DIAZ
MEDICO VETERINARIO
RUT: 5.731.529-6

MCs Marcos Pedreros
Profesor Evaluador



DCs AnaLía Henríquez
Profesor Patrocinante

DEDICATORIA

A mi Polo.

Mi siempre alma joven quien ahora es un pedacito de cielo. Agradezco a la vida haberme dado el privilegio de ser parte de la tuya y que tu formarás gran parte de la mía. Gracias por acompañarme en noches de estudio, incluso en algunas clases siendo un perrito universitario. Gracias por enseñarme lo que es el amor más sincero y real y por ser mi fuente infinita de este. Gracias por haberme permitido ser “una Dani y su Polo”

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo agradecer a mi familia, mis padres Marcelino Dias y Verónica Moraga, por ser mi más grande apoyo, sobre todo emocional, por sostenerme de manera incondicional, por creer en mí incluso cuando yo misma no puedo hacerlo, por enseñarme que la palabra “rendirse” no está en nuestro diccionario, por construir un espacio de calidez que orgullosamente puedo llamar hogar, por inculcar que los valores parten desde casa y por ser el más claro ejemplo de que lo que se construye con amor es perpetuo en la vida. Mi hermano Marcelo por su apoyo constante, por acompañarme de manera silenciosa y estar presente en toda la construcción de este trabajo.

A Lukas Soto Cartagena, por su constante amor y paciencia infinita, por ser mi zona de confort, mi lugar seguro, por comprenderme incluso cuando yo misma no me entiendo, por siempre tener una solución a lo que me acongoja, por hacerme sentir que es fácil ser amada.

A Claudia y Eduardo junto con toda su hermosa familia, por brindarme un segundo hogar, un espacio de confort donde puedo ser yo misma, donde puedo desahogarme, reír, llorar, estudiar y dormir infinitas siestas, por enseñar que cada problema tiene solución y que la resiliencia es una gran virtud.

A mis amigos de universidad, porque a pesar de ser distintos encajamos de manera estupenda, porque sin ellos no sería posible afrontar cada semestre, ramo, desafío, porque a pesar de que cada uno pasa por su “cruzada de cables” siempre hay palabras de aliento y ánimo para seguir en esta montaña rusa universitaria.

A mi profesora de tesis, Dra. AnaLía Henríquez, quien fue fundamental en el desarrollo de este trabajo, siempre presente, con la mayor disposición para resolver dudas, incluso si eso significaba repetir lo mismo hasta entender usando sus singulares frases que más de una vez saco una carcajada.

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	6
3. MATERIAL Y MÉTODO	7
4. RESULTADOS.....	9
5. DISCUSIÓN	12
6. CONCLUSIONES.....	15
7. REFERENCIAS.....	16
8. ANEXOS	22

ÍNDICE DE TABLAS

1. ANTIPARASITARIOS MÁS USADOS PARA CALIGIDOSIS EN SALMÓNIDOS.....	9
2. COMPARACIÓN DE ANTIPARASITARIOS USADOS PARA CALIGIDOSIS.	11
3. FACTORES QUE INFLUYEN A LA RESISTENCIA AL TRATAMIENTO CONTRA LA CALIGIDOSIS.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	2
----------------	---

RESUMEN

La industria salmonera en Chile ha experimentado un fuerte crecimiento en las últimas décadas, convirtiéndose en uno de los principales productores de salmón a nivel mundial, esto en parte gracias a la expansión geográfica que posee la industria desde la Región de Los Lagos hasta la región de Magallanes, siendo el salmón atlántico (*Salmo salar*), salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) y trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) los principales salmones en producción. Sin embargo, la salmonicultura se ha visto afectada por diversas amenazas particularmente relacionadas con la aparición de enfermedades, siendo una de las más destacadas la caligidosis producida por un copépodo ectoparásito llamado *Caligus rogercresseyi* o piojo de mar presente en la etapa de engorda en centros de mar y estuarios. El aumento de tamaño de jaulas y por consiguiente aumento del número de peces por jaula favoreció la diseminación del parásito. Es de gran importancia debido a los efectos negativos en la economía acuícola, causando problemas de alimentación, estrés, heridas y desequilibrios en los peces, lo que los hace más susceptibles a desarrollar otras enfermedades. El gran problema de la caligidosis se debe a la alta resistencia que ha ido desarrollando a los diferentes tratamientos farmacológicos generando dificultades para controlar su propagación creando consecuencias económicas y productivas negativas. El presente estudio tuvo como objetivo responder a la pregunta planteada: ¿los diferentes tratamientos para caligidosis en salmónidos de producción tienen la misma eficacia terapéutica? Para esto se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva de la literatura científica abordando estudios que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión a través del uso de metabuscadores como Pubmed, Proquest y Google Scholar tanto en español como inglés aplicando el operador booleano “AND” y “OR”. Los resultados de esta revisión evidenciaron que si bien los antiparasitarios usados como los organofosforados, piretroides y avermectinas cumplen con la capacidad de reducir cargas parasitarias han ido perdiendo eficacia en el transcurso del tiempo, esto debido a factores genéticos, ambientales y de mal manejo. En conclusión, se evidencia la necesidad de abrir más investigaciones que sigan una base de datos homogénea que incluya tratamientos no farmacológicos para poder lidiar de manera efectiva contra esta problemática.

Palabras claves: *Caligus rogercresseyi*, caligidosis, tratamiento caligidosis, resistencia farmacológica, antiparasitarios, eficacia terapéutica, benzoato de emamectina, deltametrina, cipermetrina, lufenurón, azametifos.

ABSTRACT

The Chilean salmon farming industry has experienced strong growth in recent decades, becoming one of the world's leading salmon producers, thanks in part to the industry's geographic expansion from the Los Lagos Region to the Magallanes Region. Atlantic salmon (*Salmo salar*), coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) are the main salmon species in production. However, salmon farming has been affected by various threats, particularly related to the emergence of diseases, one of the most notable being caligidosis caused by an ectoparasitic copepod called *Caligus rogercresseyi*, or sea lice, present during the fattening stage in marine centers and estuaries. The increase in cage size and, consequently, the number of fish per cage favored the spread of the parasite. It is of great importance due to its negative effects on the aquaculture economy, causing feeding problems, stress, injuries, and imbalances in fish, making them more susceptible to developing other diseases. The major problem of caligidosis is due to the high resistance it has developed to different pharmacological treatments, generating difficulties in controlling its spread and creating negative economic and productive consequences. The present study aimed to answer the question: Do the different treatments for caligidosis in farmed salmonids have the same therapeutic efficacy? To this end, a comprehensive bibliographic review of the scientific literature was conducted, addressing studies that met the inclusion and exclusion criteria through the use of metasearch engines such as PubMed, ProQuest, and Google Scholar in both Spanish and English, applying the Boolean operators "DNA" and "OR." The results of this review showed that while commonly used antiparasitics such as organophosphates, pyrethroids, and avermectins are capable of reducing parasitic loads, they have been losing effectiveness over time due to genetic, environmental, and mismanagement factors. In conclusion, there is a clear need for more research using a homogeneous database that includes non-pharmacological treatments to effectively address this problem.

Keywords: *Caligus rogercresseyi*, caligidosis, caligidosis treatment, drug resistance, antiparasitics, therapeutic efficacy, emamectin benzoate, deltamethrin, cypermethrin, lufenuron azamethiphos.

1. INTRODUCCIÓN

La industria salmonera en Chile se ha destacado por su éxito económico, en un corto periodo de tiempo Chile logró posicionarse como uno de los principales productores a nivel mundial (Pinto y Naturales, 2007). Está ubicado en el segundo lugar siendo superado solo por Noruega, desde el año 1990 hasta el 2022 la producción de salmónes ha crecido en un 3.619% y entre los años 2020 a 2022 superó el millón de toneladas, esto gracias a la expansión geográfica de la industria desde la región de los Lagos hacia la región de Aysén y más recientemente en Magallanes (Toledo, 2023). Según el informe de actividades de servicio nacional de pesca y acuicultura (SERNAPESCA) emitido el año 2022, la cosecha acuícola fue de 1 millón 258,8 mil toneladas, de las cuales un 70,6% corresponde a salmónidos donde las especies principales son salmón atlántico (*Salmo salar*), salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) y trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), (servicio nacional de pesca y acuicultura [SERNAPESCA], 2022a).

A pesar del alentador escenario de la salmonicultura, esta industria se ve constantemente amenazada, puesto que como la mayoría de los sistemas de producción animal intensivo debe enfrentar constantes desafíos debido a la aparición de enfermedades (Buschmann y Fortt, 2005). En los últimos años se ha observado un incremento en el tamaño de las jaulas de cultivo, lo que ha resultado en un aumento del número de peces por jaula (Revie et al., 2007). Debido a estos manejos propios de la producción intensiva se ha favorecido la multiplicación y diseminación de enfermedades como la caligidosis (Rozas y Asencio, 2007).

1.1 Caligidosis

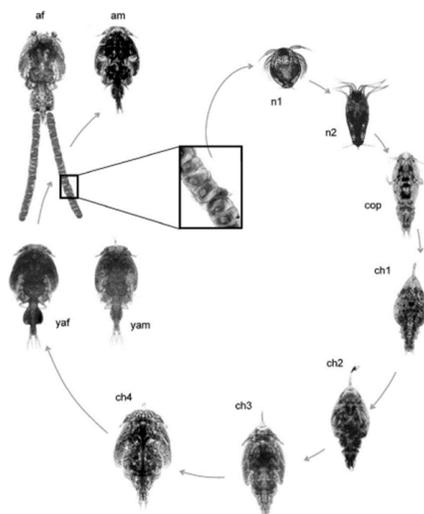
La caligidosis es causada por el Caligus cuyo nombre científico es *Caligus rogercresseyi*, es un copépodo ectoparásito de la familia caligidae (Muñoz y Olmos, 2007). Identificado como nueva especie en el año 2000 (Boxshall & Bravo, 2000), está presente durante la engorda de salmónidos en estuarios y mares de las costas chilenas desde los inicios de esta actividad acuícola (SERNAPESCA, 2022b). Se extiende en el sur de Chile. Se

observa mayor infestación en la Región de Los Lagos, lo cual podría estar asociado a las altas concentraciones de centros que se encuentran en la zona, de igual forma los centros ubicados en Chiloé centro y norte, Seno y Estuario de Reloncaví y Hornopirén también presentan un alto grado de infestación, aunque en este caso se sospecha que es por el bajo recambio de aguas, lo cual favorece la cantidad de estadios infectantes (Yatabe, 2009). A demás la marcada concentración de *Caligus rogercresseyi* en las zonas mencionadas también está relacionada con las temperaturas menos frías que poseen y la baja velocidad de las corrientes favoreciendo un desarrollo exitoso del parasito (Lepe et al., 2021).

1.2 Ciclo de vida

Presenta 8 etapas de desarrollo (figura 1), separadas por una muda de las cuales tres son planctónicas (dos nauplios y un copépodo) y cinco parasitarias (4 chalimus y fase adulta diferenciando macho y hembra) (González y Carvajal, 2003). Está descrito que a temperaturas más bajas el ciclo de vida tarda más en completarse (45 días a una temperatura media de 10,3°C), en cambio a temperaturas más altas (16,7°C) el ciclo podría completarse en solo 18 días (Lepe et al., 2021).

Figura 1. Ciclo de vida de *Caligus rogercresseyi*.



Nota. n1: primer nauplius, n2: segundo nauplius, cop: copépodo, ch1: primer chalimus, ch2: segundo chalimus, ch3: tercer chalimus, ch4: cuarto chalimus, yaf: hembra adulta joven, yam: macho adulto joven, af: hembra ovígera, am: macho adulto.

Fuente: González y Carvajal, 2003.

En lo descrito por González y Carvajal (2003) el copépodo se adhiere permanentemente al pez gracias a su filamento frontal hasta completar los cuatro estadios de chalimus. El primer chalimus se identifica por el cefalotórax con márgenes posteriores redondeados y un filamento frontal con base redondeada. El segundo chalimus posee un cefalotórax con esquinas posterolaterales. El tercer chalimus presenta una marcada placa frontal, filamento frontal de 3 bases y empieza a presentar dimorfismo sexual. El cuarto chalimus tiene una placa frontal más desarrollada con ciertos signos de lúnulas (característico de etapa adulta), el filamento frontal posee 4 bases y es evidente el dimorfismo sexual de la antena. La antena de los machos es gruesa y redondeada, en cambio la antena de las hembras es delgada y finaliza en forma de garra. El segmento genital de la hembra presenta forma cuadrada con esquinas posterolaterales y aumenta de tamaño cuando está fertilizada, en cambio el del macho es más redondeado con forma de barril.

1.3 Efectos en la salmonicultura

Este parásito es de gran importancia debido a los efectos negativos que genera en la economía acuícola, costos de tratamientos, disminución en las tasas de conversión de alimento y crecimiento de los peces, pérdida indirecta por mortalidad, disminución en calidad y producto final (Bravo et al., 2008; Costello, 2009; Rozas y Asencio, 2007). Las especies de salmónidos que se han visto afectadas son salmón Atlántico (*Salmo salar*) con mayor prevalencia (97%), seguido por la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) (78%) y el salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) (72%) (Rozas y Asencio, 2007). Estos se pudieron haber contagiado inicialmente debido a la presencia de peces nativos como el róbalo (*Eleginops maclovinus*), que es un reservorio natural del piojo de mar y se encuentra en gran abundancia en el sur de Chile, esto sumado al gran número de peces que están dispuestos por jaula garantizó el éxito del parasito puesto que otorgó mayor superficie para parasitar en un área más reducida (Cabrera, 2014; Carvajal et al., 1998; González et al., 2021).

La caligidosis genera alteraciones de alimentación, estrés, heridas que concluyen en desbalance hidrosalino y predisposición a otras enfermedades infecciosas (Rozas y Asencio, 2007). Cuando el salmón está infestado suele saltar en respuesta a la irritación causada, el piojo de mar emplea sus piezas bucales para raspar al huésped y eliminar la

mucosidad de la piel y tejidos más profundos, esto trae como consecuencia gastos energéticos y atracción de depredadores. La piel pierde epitelio, hay sangrado, aumento y alteración bioquímica de producción de moco, necrosis tisular y finalmente pérdida de la función protectora física y microbiana dejando al pez expuesto a otras enfermedades. Se generan cambios en la sangre como anemia, reducción de linfocitos, proteínas, desequilibrio iónico y aumento de cortisol, hay inmunocompetencia deteriorada (Costello, 2006; Lhorente et al., 2014).

1.4. Diagnóstico

Para realizar un correcto muestreo se selecciona una muestra representativa, son 10 peces por jaula que son ingresados a una batea con agua y anestesia manejando los tiempos para que el pez pase el menor tiempo posible en esta. Los estadios se identifican como chalimus I, II, III y IV, adultos móviles donde se diferencian hembras con y sin saco ovífero y macho. Al sumergir el pez en el agua se pueden diferenciar los juveniles flotando, sujetos a la piel mediante los filamentos. El estadio chalimus suele ubicarse en los bordes de las aletas y escamas ventrales, en cambio los adultos se ubican en todo el cuerpo con mayor preferencia del dorso. Finalmente se hace una cuantificación con ayuda de un filtro de porosidad de 300 μm y los datos se ingresan en la planilla, el resultado debe registrarse indicando fecha, tipo de monitoreo (vigilancia o eficacia pre y post tratamiento), identificación de las jaulas, temperatura, salinidad, cargas parasitarias por pez, nombre, firma y Rut del muestreador calificado responsable del monitoreo, debiendo estar disponible este registro cada vez que el Servicio lo requiera (SERNAPESCA, 2022b).

1.5 Tratamientos

Los tratamientos por inmersión usados para el control de *Caligus rogercresseyi* son aquellos que están basados en: organofosforado azametifos, piretroide deltametrina, piretroide cipermetrina, benzoilurea hexaflumuron y peróxido de hidrogeno. Estos productos comerciales están asociados a una ficha técnica autorizada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) donde se indican las instrucciones del fabricante para realizar el tratamiento. Son normativas que deben cumplirse (Marín y Arriagada, 2022)

Inicialmente se usó la ivermectina, se aplicó en Chile por 10 años, pero se prohibió su uso debido a la alta toxicidad (Bravo et al., 2015), según Collier y Pinn (1998), generaba daño en las comunidades bentónicas cerca de los centros de cultivos y además en los sedimentos quedaría un grado de sustancias químicas que se acumulan en los tratamientos. Posteriormente se usó benzoato de emamectina pero, el *Caligus* generó pérdida de sensibilidad contra el fármaco (Bravo et al., 2008). Por otro lado, el parásito también generó resistencia contra los fármacos deltametrina y cipermetrina (piretroides), esto es consecuencia de que los parásitos más resistentes van sobreviviendo, generando el factor evolutivo. Desde el 2013 se otorgó el uso del organofosforado azametifos, pero no tiene efecto sobre las etapas chalimus y requiere de tratamientos más frecuentes arriesgando resistencia (Helgesen et al., 2014). En cuanto al peróxido de hidrogeno estudios demostraron que los adultos de *Caligus rogercresseyi* pueden sobrevivir después de la exposición al tratamiento. En conclusión, la caligidosis genera una rápida resistencia contra los tratamientos disponibles para su control causando serios problemas en los cultivos de salmón (Aaen et al., 2015). Se han incluido baños de agua dulce pero los parásitos solo se mostraron inconscientes volviendo a incorporarse a los 30 minutos de haber retornado al agua de mar (Bravo et al., 2015).

Por consecuencia de lo planteado anteriormente es que surge la pregunta:

¿Los diferentes tratamientos para caligidosis en salmónidos de producción tienen la misma eficacia terapéutica?

2. OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Analizar la eficacia terapéutica de diferentes alternativas farmacológicas en el control de caligidosis en salmónidos de acuerdo con información publicada y aceptada por la comunidad científica.

2.2.- Objetivos específicos

- 1.- Identificar los antiparasitarios más usados para el tratamiento de caligidosis.
- 2.- Identificar factores que influyan en la resistencia al tratamiento de caligidosis.
- 3.- Comparar la eficacia terapéutica de cada tratamiento de caligidosis.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Material

Computador portátil Lenovo.

Diseño

Se realiza una revisión bibliográfica sistemática de publicaciones científicas como artículos científicos, revistas, estudios, tesis publicados y aceptados por la comunidad científica dedicados a los tratamientos para *Caligus rogercresseyi* y eficacia terapéutica de los fármacos empleados para su control.

Estrategia de búsqueda

Se recolecta información publicada utilizando los metabuscadore de las bases de datos *Pubmed* (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), *ProQuest* (<https://www.proquest.com/>) y en el motor de búsqueda, *Google Scholar* (<https://scholar.google.com/>).

Términos de búsqueda

Se utilizan los siguientes términos de búsqueda, tanto en español como inglés, aplicando el operador booleano 'AND' y 'OR' a fin de restringir los resultados para una mayor precisión en la estrategia de búsqueda.

- *Caligus rogercresseyi*
- Caligidosis
- Terapia *Caligus*/ *Caligus* therapy
- Resistencia *Caligus rogercresseyi*/ *Caligus rogercresseyi* resistance
- Resistencia a fármacos/ drug resistance
- Efectos caligidosis/ caligidosis effect
- Antiparasitarios para caligidosis/ antiparasitics for caligidosis

Criterios de inclusión

Se incluyen publicaciones en inglés y español que se encuentran en los metabuscadores mencionados, enfocadas en el tratamiento farmacológico utilizado en el abordaje de la caligidosis en salmónidos, en donde el o los autores indicaron el fármaco utilizado, dosis y resultado del tratamiento.

Criterios de exclusión

Se excluyen todas las publicaciones que no cumplen con los criterios de inclusión, aquellos que guardan relación con otras especies de *Caligus* que no sea *Caligus rogercresseyi*, especies de peces afectados por *Caligus rogercresseyi* que no son salmónidos y aquellos estudios que tratan sobre la problemática de enfermedades en salmoniculturas que no guardan relación con la caligidosis.

Ventana temporal

Se incluyen publicaciones del año 2000 hasta el año 2024, incluyendo ambos años mencionados.

Análisis de los artículos

El análisis es de tipo descriptivo cualitativo e inicia con la identificación de la variable “fármaco utilizado” y se analiza la reducción o no reducción (variable dicotómica) de carga parasitaria.

Los resultados son presentados por medio de tablas y gráficos, utilizando Microsoft Excel®. Los datos son extraídos en números absolutos y expresados en porcentajes de reducción de carga parasitaria.

4. RESULTADOS

Para poder responder a los objetivos específicos mencionados en el texto entre los meses de marzo y junio se realizó una búsqueda encontrándose un total 200 resultados, de los cuales 17 cumplen con los criterios de inclusión.

Objetivo específico 1: Identificar los antiparasitarios más usados para el tratamiento contra la caligidosis.

Tabla 1. Antiparasitarios más usados para caligidosis en salmónidos.

Autor(es)	Principio activo	Familia	Vía de administración	Dosis	Frecuencia
Helgesen et al., 2014; Agusti et al., 2016	Deltametrina	Piretroides	Inmersión	3 ppb (3 µg l-1) durante 40 minutos	Cada 3 a 4 semanas
Aaen et al., 2016	Cipermetrina	Piretroides	Inmersión	15 ppb (15 µg l-1) durante 30 minutos	Cada 3 a 4 semanas
Jimenez et al., 2018	Azametifos	Organofosforados	Inmersión	100 ppb (100 µg l-1) durante 30	Cada 2 a 3 semanas
Bravo et al., 2010; Agusti et al., 2016	Benzoato de emamectina	Avermectina	Oral	50 µg kg-1 pez día-1 durante 7 días consecutivo	Cada 5 semanas
Arriaga y Marín, 2017; Olsvik et al., 2023	Lufenurón	Benzoilureas	Oral	5 g de alimento/kg de pez al día durante 7 días	1 vez antes del traslado al mar

Objetivo específico 2: Identificar factores que influyen en la resistencia al tratamiento de caligidosis.

En los artículos analizados 8 mencionan los factores que se encuentran involucrados en la resistencia de *Caligus rogercresseyi* a los tratamientos farmacológicos más usados (Anexo 1. Tabla 3). Entre estos se encuentran factores de tipo genéticos como proteínas

que facilitan la resistencia a fármacos como P-gp y MRP1 que reducen la absorción de este (Pérez, 2016), acetilcolinesterasa y sus variantes AChE1a y AChE1b que explicarían la resistencia a azametifos (Agusti-Ridaura et al., 2018), receptor ionotrópico activado por glutamato (GluCl α) diana principal a las avermectinas está disminuyendo la sensibilidad a estas (Cornejo et al., 2014) y marcadores SNP que están relacionados con la resistencia a tratamientos (Nuñez-Acuña et al., 2014). Factores ambientales como la temperatura, salinidad y oxígeno, donde se describe que los piojos de mar acortan su ciclo de vida con temperaturas más elevadas, alta salinidad favorece la supervivencia de los estadios nauplio y copépodo, y concentraciones bajas de oxígeno se relaciona con mayor mortalidad (Mardones et al., 2018), teniendo relación también entre áreas geográficas y abundancia de parásitos ya que zonas como Reloncaví, Hornopirén, norte de Chiloé tienen mayor carga parasitaria en comparación con Puerto Aysén y Puerto Cisne donde en estos últimos se presenta salinidad más baja, además en la región de Los Lagos se concentra la mayor producción de salmones, altas densidades y proximidad de granjas de cultivos favorece la concentración de parásitos y dificulta el manejo contra la caligidosis (Marín et al., 2015). Factores como la gestión por parte de las granjas y sus operadores también afecta la respuesta a los tratamientos empleados, como el uso de dosis correctas, tiempos de exposición a los antiparasitarios o el uso correcto de falda o lona completa (Bravo et al., 2013). La no rotación de fármacos favorece la pérdida de sensibilidad, como el uso de benzoato de emamectina durante 15 años generó que perdiera eficacia (Bravo et al., 2008).

Objetivo específico 3: Comparar la eficacia terapéutica de cada tratamiento de caligidosis.

No hay un elemento que permita comparar todos los antiparasitarios bajo el mismo criterio, por ejemplo, en el estudio de Bravo et al., 2014 busca evaluar eficacia de piretroides a través de un ensayo en granjas, midiendo porcentaje de reducción de piojos, con abundancia inicial y final. En cambio, la investigación realizada por Bravo et al., 2024 no mide directamente la eficacia de antiparasitarios, sino el impacto que estos generan en la reproducción del piojo in vitro. No hay investigaciones que se asemejen en sus

variables y formas de medir eficacia, algunas fueron realizadas in vitro bajo condiciones favorables para el parásito y otras fueron realizadas en el ambiente, en granjas de cultivo pero sin la misma medición de eficacia y no todos miden esta de la misma forma, por esta razón no se puede realizar una comparación de eficacia terapéutica más representativa.

Tabla 2. Comparación de antiparasitarios usados para caligidosis.

Autor/es	Antiparasitario	Dosis	Abundancia inicial	Abundancia final
Bravo et al., 2007	Benzoato de emamectina	50 µg/kg/ pez/día	3 piojos/pez	0,5 piojos/pez
Arriagada et al., 2014	Cipermetrina y deltametrina	No especifica	27,52 piojos/pez	2,76 piojos/pez
Bravo et al., 2014	Deltametrina	2 µg l ⁻¹ < 1kg 3 µg l ⁻¹ > 1,4kg	36,25 piojos/pez	14,25 piojos/pez
Arriagada et al., 2019	Azametifos	No especifica	No menciona	No menciona
Bravo et al., 2024	Lufenurón	No especifica	No menciona 20 piojos adultos	11,1 piojos/pez
Helgesen et al., 2014	Deltametrina	2 µg l ⁻¹	recolectados	No aplica

Según la información recolectada en los objetivos específicos 1 y 2 se analizaron diversos artículos publicados que evaluaron la eficacia terapéutica de los antiparasitarios ya mencionados. De estos, dos son administrados de forma oral, en el alimento de los salmones, Bravo et al., 2007 demostró en su estudio una eficacia del 83,1% para benzoato de emamectina y Bravo et al., 2024 mencionó una reducción de 11,1 piojos/pez con Lufenurón que es una benzoilurea que se administra antes del cambio de agua dulce a agua de mar por parte de los salmónidos. Por otro lado, los piretroides como deltametrina y cipermetrina, junto con azametifo (organofosforados) son por inmersión donde en la tabla se muestran las dosis y tiempos empleados según cada investigación, demostrando eficacias del 82,2% adultos y de 31,7% chalimus por parte de deltametrina, 90,4% de eficacia total por parte de cipermetrina y un 94,7% por parte de los azametifos (Bravo et al., 2014; Arriagada et al., 2014; Arriagada et al., 2019).

5. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos se pudieron identificar los antiparasitarios más utilizados contra la caligidosis en la industria salmonera, pertenecientes a las familias de los piretroides (deltametrina y cipermetrina), avermectinas (benzoato de emamectina), organofosforados (azametifos) (Agusti-Ridaura et al., 2016) y benzoilureas (lufenurón) (Olsvik et al., 2023). Estos datos guardan relación con lo descrito por Bravo et al. (2008) y Aaen et al. (2015) quienes señalan que estos compuestos han sido los fármacos terapéuticos más utilizados desde los inicios de la caligidosis.

Sin embargo se logró identificar varios factores que han ido favoreciendo a la resistencia por parte del *Caligus rogercresseyi* frente a los antiparasitarios mencionados en el objetivo 1, entre estos se lograron identificar factores genéticos como la sobreexpresión de proteínas de transporte (P-gp, MRP1) que impide una correcta absorción de fármacos (Pérez, 2016), variantes de la enzima acetilcolinesterasa (AChE1a y AChE1b) que guardan relación con disminución de la efectividad de los azametifos (Agusti-Ridaura et al., 2018), disminución de sensibilidad por parte del receptor ionotrópico activado por glutamato, diana principal de las avermectinas como el benzoato de emamectina (Cornejo et al., 2014) y marcadores SNP que favorecen la resistencia a los diferentes tratamientos (Nuñez-Acuña et al., 2014). Factores ambientales relacionados con la temperatura, salinidad y niveles de oxígeno. El piojo de mar tiene un ciclo de vida de 45 días a 10°C (González y Carvajal, 2003) y se describe que, a temperaturas más elevadas, más rápido es el desarrollo del piojo de mar en su ciclo y como consecuencia se acorta la frecuencia de tratamiento (Mardones et al., 2018). Zonas que se caracterizan con una alta salinidad sumado a escaso recambio de aguas y altas concentraciones de centros de cultivo como Reloncaví y Hornopirén presentan mayores cargas parasitarias como lo indican Yatabe (2009) y Lepe et al. (2021). Grandes concentraciones de centros de cultivo en una misma zona favorecen a la reinfestación de piojos, debido a las corrientes y mareas que facilita el contagio entre granjas vecinas (Bravo et al., 2014), Arriagada y Marín (2017) mencionan la sincronización entre granjas vecinas para disminuir el rebrote de los piojos por más tiempo. Factores de manejo por parte de los mismos operarios de

las pisciculturas como mala ejecución de los antiparasitarios, por ejemplo, errores de dosis, inadecuado tiempo de exposición o mal manejo de lonas en caso de baños por inmersión (Bravo et al., 2013). Al realizar erróneamente el baño, se facilita la supervivencia de algunos parásitos y el desarrollo de resistencia por parte de estos (Helgesen et al., 2014). Los tratamientos bien realizados reducen la necesidad de realizar tratamientos tan seguidos (Jimenez et al., 2018), además se podría evitar la no rotación de fármacos favorece a la pérdida de eficacia terapéutica. (Bravo et al., 2008). Todo lo mencionado reduce la eficacia terapéutica de los antiparasitarios beneficiando a una descendencia genética más resistente por parte del *Caligus rogercresseyi*, ya que se ha demostrado que tienen la capacidad de transmitir este carácter de generación en generación (Bravo et al., 2010)

Finalmente se realizó una comparación de la eficacia terapéutica de los antiparasitarios mencionados donde se pudo observar que los azametifos (organosfosforados) mostraron una mayor eficacia con respecto a los demás, pero se ha reportado cierta resistencia ligada a mutaciones específicas en la enzima AChE1a, además de que su efectividad depende del tiempo de inmersión y una adecuada aplicación (Agusti-Ridaura et al., 2018; Arriaga et al., 2014). Por otro lado, los piretroides mostraron eficacia en estadios móviles, pero resistencia en estadio de chalimus (Arriagada et al., 2014; Bravo et al., 2014). Los antiparasitarios que se administran por baño dependen de las condiciones ambientales mencionadas anteriormente como temperatura, salinidad y oxigenación, esto podría explicar la pérdida de eficacia. Por otro lado, el Lufenurón no mostró mayores resultados en las variables y esto puede explicarse porque es un antiparasitario relativamente nuevo, por ende, hay poca literatura y los estudios que hay son de otra especie de piojo de mar (Rath et al., 2017).

Es importante señalar que el presente estudio tuvo limitaciones metodológicas debido a la poca información disponible por parte de artículos científicos que hablaran de la eficacia terapéutica que incluyeran datos cuantificables para poder realizar análisis estadísticos como la prueba de Chi Cuadrado y test de Fisher, seguido a que toda la información disponible y que cumpliera con los criterios de inclusión rotaba entre sí. A pesar de esta limitación, los resultados obtenidos permitieron responder los objetivos

específicos planteados, respaldados por publicaciones científicas y aceptadas por la comunidad científica.

Considerando las limitaciones planteadas se sugiere a futuras investigaciones enfocar estudios con información más homogénea y cuantificable siguiendo metodologías similares entre sí. Cabe recalcar que actualmente la caligidosis es una gran problemática en la industria salmonera (Aaen et al., 2015), generando un gran impacto económico (Gallardo-Escárate et al., 2019), por ende, es de gran importancia recolectar información significativa para poder combatir la problemática. Como menciona Torrissen et al., 2013 la problemática de la caligidosis seguirá siendo un desafío a futuro.

6. CONCLUSIONES

Los antiparasitarios más usados para el control de *Caligus rogercresseyi* son piretroides, organofosforados, avermectinas y benzoilureas y si bien han sido herramientas clave para el control del piojo de mar se ha ido evidenciando la pérdida de efectividad por parte de estos. Los principales factores que han ido favoreciendo la resistencia parasitaria contra estos fármacos se resumen en factores ambientales, genéticos y de manejo.

Ante la creciente problemática de la resistencia del *Caligus rogercresseyi* y la eficacia disminuida por parte de los antiparasitarios se recalca la necesidad de más investigaciones que sigan una misma base para poder recolectar datos más homogéneos, además de realizar investigaciones que incluyan tratamientos no farmacológicos para poder lidiar de manera efectiva contra esta problemática que afecta a gran escala la producción y economía acuícola, junto con ser una problemática ambiental.

7. REFERENCIAS

- Aaen, S. M., Helgesen, K. O., Bakke, M. J., Kaur, K., & Horsberg, T. E. (2015). Drug resistance in sea lice: a threat to salmonid aquaculture. *Trends in Parasitology*, 31(2), 72-81. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2014.12.006>
- Agusti-Ridaura, C., Bravo, S., Contreras, G., Bakke, M. J., Helgesen, K. O., Winkler, C., Silva, M. T., Mendoza, J., & Horsberg, T. E. (2016). Sensitivity assessment of *Caligus rogercresseyi* to anti-lice chemicals in relation to treatment efficacy in Chilean salmonid farms. *Aquaculture*, 458, 195-205. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.03.006>
- Agusti-Ridaura, C., Dondrup, M., Horsberg, T. E., Leong, J. S., Koop, B. F., Bravo, S., Mendoza, J., & Kaur, K. (2018). *Caligus rogercresseyi* acetylcholinesterase types and variants: a potential marker for organophosphate resistance. *Parasites & Vectors*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3151-7>
- Arriagada, G. A., & Marín, S. L. (2017). Evaluating the spatial range of the effect of synchronized antiparasitic treatments on the abundance of sea lice *Caligus rogercresseyi* (Boxshall & Bravo, 2000) in Chile. *Aquaculture Research*, 49(2), 816-831. <https://doi.org/10.1111/are.13513>
- Arriagada, G., Figueroa, J., Marín, S. L., Arriagada, A. M., Lara, M., & Gallardo-Escárate, C. (2019). First report of the reduction in treatment efficacy of the organophosphate azamethiphos against the sea lice *Caligus rogercresseyi* (Boxshall & Bravo, 2000). *Aquaculture Research*, 51(1), 436-439. <https://doi.org/10.1111/are.14334>
- Arriagada, G., Stryhn, H., Campistó, J., Rees, E., Sanchez, J., Ibarra, R., Medina, M., & St-Hilaire, S. (2014). Evaluation of the performance of pyrethroids on different life stages of *Caligus rogercresseyi* in southern Chile. *Aquaculture*, 426-427, 231-237. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.02.007>
- Boxshall, G. A., & Bravo, S. (2000). On the identity of the common caligus (Copepoda: siphonostomatoida: caligidae) from salmonid netpen systems in southern Chile. *Contributions to zoology*, 69(1-2), 137-146. <https://doi.org/10.1163/18759866-0690102015>

- Bravo, S., Nuñez, M., & Silva, M. T. (2013). Efficacy of the treatments used for the control of *Caligus rogercresseyi* infecting Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a new fish-farming location in Region XI, Chile. *Journal Of Fish Diseases*, 36(3), 221-228. <https://doi.org/10.1111/jfd.12023>
- Bravo, S., Pozo, V. B. y Silva, M. T. (2015). Evaluación de la efectividad del tratamiento con agua dulce para el control del piojo de mar *Caligus Rogercresseyi*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 322-328. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue2-fulltext-8>
- Bravo, S., Sepulveda, M., Silva, M. T., & Costello, M. J. (2014). Efficacy of deltamethrin in the control of *Caligus rogercresseyi* (Boxshall and Bravo) using bath treatment. *Aquaculture*, 432, 175-180. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.018>
- Bravo, S., Sevatdal, S. y Horsberg, T. E. (2008). Sensitivity assessment of *Caligus Rogercresseyi* to emamectin benzoate in Chile. *Aquaculture*, 282(1-4), 7-12. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.011>
- Bravo, S., Sevatdal, S., & Horsberg, T. E. (2010). Sensitivity assessment in the progeny of *Caligus rogercresseyi* to emamectin benzoate. *Bulletin Of The European Association Of Fish Pathologists*, 30(3), 99-105. <https://eaftp.org/download/2010-Volume30/Issue%203/Bravo.pdf>
- Bravo, S., Silva, M. T., & Monti, G. (2012). Efficacy of emamectin benzoate in the control of *Caligus rogercresseyi* on farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Chile from 2006 to 2007. *Aquaculture*, 364-365, 61-66. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.036>
- Bravo, S., Silva, M. T., Agusti, C., & Ponce, N. (2024). Adult population structure of *Caligus rogercresseyi* after pharmacological treatments. *Aquaculture*, 586, 740788. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.740788>
- Buschmann, A. H., y Fortt, A. (2005). Efectos ambientales de la acuicultura intensiva y alternativas para un desarrollo sustentable. *Revista Ambiente y Desarrollo* 21(3): 58-64. <https://www.researchgate.net/publication/237744781>
- Cabrera, C. (2014). *Evaluación de los vectores de infestación de Caligus rogercresseyi en centros de cultivo de Oncorhynchus mykiss (trucha arco iris), en el sector de*

- Puerto Aguirre, región de Aysén* [Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Biología Marina y Título Profesional de Biólogo Marino]. Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fcc117e/doc/fcc117e.pdf>
- Carvajal, J., González, L., y George-Nascimento, M. (1998). Native sea lice (Copepoda: caligidae) infestation of salmonids reared in netpen systems in southern Chile. *Aquaculture*, 166(3-4), 241-246. [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(98\)00301-9](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(98)00301-9)
- Collier, L. M., & Pinn, E. H. (1998). An assessment of the acute impact of the sea lice treatment Ivermectin on a benthic community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 230(1), 131-147. [https://doi.org/10.1016/s0022-0981\(98\)00081-1](https://doi.org/10.1016/s0022-0981(98)00081-1)
- Cornejo, I., Andrini, O., Niemeyer, M. I., Marabolí, V., González-Nilo, F. D., Teulon, J., Sepúlveda, F. V., & Cid, L. P. (2014). Identification and Functional Expression of a Glutamate- and Avermectin-Gated Chloride Channel from *Caligus rogercresseyi*, a Southern Hemisphere Sea Louse Affecting Farmed Fish. *PLoS Pathogens*, 10(9), e1004402. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1004402>
- Costello, M. J. (2006). Ecology of sea lice parasitic on farmed and wild fish. *Trends in Parasitology*, 22(10), 475-483. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.08.006>
- Costello, M. J. (2009). The global economic cost of sea lice to the salmonid farming industry. *Journal of Fish Diseases*, 32(1), 115-118. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2008.01011.x>
- González, L., y Carvajal, J. (2003). Life cycle of *Caligus Rogercresseyi*, (Copepoda: caligidae) parasite of Chilean reared salmonids. *Aquaculture*, 220(1-4), 101-117. [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(02\)00512-4](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(02)00512-4)
- González, M. T., Leiva, N. V., Sepúlveda, F., Asencio, G., & Baeza, J. A. (2021). Genetic homogeneity coupled with morphometric variability suggests high phenotypic plasticity in the sea Louse *Caligus Rogercresseyi* (Boxshall and Bravo, 2000), infecting farmed salmon (*Salmo salar*) along a wide latitudinal range in southern Chile. *Journal of Fish Diseases*, 44(5), 633-638. <https://doi.org/10.1111/jfd.13341>

- Helgesen, K. O., Bravo, S., Sevatdal, S., Mendoza, J., & Horsberg, T. E. (2014). Deltamethrin resistance in the sea louse *Caligus rogercresseyi* (Boxhall and Bravo) in Chile: bioassay results and usage data for antiparasitic agents with references to Norwegian conditions. *Journal Of Fish Diseases*, 37(10), 877-890. <https://doi.org/10.1111/jfd.12223>
- Jimenez, D. F., Ibarra, R., Artacho, P., Primus, A. E., & Tello, A. (2018). Prolonging Azamethiphos bath increases the effectiveness of field treatments against *Caligus rogercresseyi* in Atlantic salmon in Chile (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 493, 186-191. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.04.034>
- Lepe, M., Escobar, J., Zimin, N., Azat, C., y Mardones, F. O. (2021). Assessing the present and future habitat suitability of *Caligus Rogercresseyi* (Boxshall and Bravo, 2000) for salmon farming in southern Chile. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.615039>
- Lhorente, J. P., Gallardo, J., Villanueva, B., Carabaño, M. J., & Neira, R. (2014). Disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*): coinfection of the intracellular bacterial pathogen *Piscirickettsia salmonis* and the sea Louse *Caligus Rogercresseyi*. *PLOS ONE*, 9(4), e95397. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095397>
- Mardones, A., Gajardo, V., Pizarro, M., Augsburger, A., Vega, R., Encina, F., ... y Escalante, P. (2018). Evaluación de la supervivencia y metamorfosis de larvas de *Caligus rogercresseyi* (Boxshall y Bravo, 2000) (Crustáceos, Copépodos) en Chile, en función de la temperatura, la salinidad y el oxígeno. *Revista Brasileña de Biología*, 79, 174-179.
- Marín, S., Ibarra, R., Medina, M., & Jansen, P. (2015). Sensitivity of *Caligus rogercresseyi* (Boxshall and Bravo 2000) to pyrethroids and azamethiphos measured using bioassay tests—A large scale spatial study. *Preventive Veterinary Medicine*, 122(1-2), 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.09.017>
- Marín, S., y Arriagada, G. (2022). *Manual de buenas prácticas en el tratamiento por inmersión contra caligus rogercresseyi*. Sernapesca. http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/manual_buenas_practicas_2022.pdf

- Muñoz, G., y Olmos, V. (2007). Revisión bibliográfica de especies ectoparásitas y hospedadoras de sistemas acuáticos de Chile. *Revista De Biología Marina Y Oceanografía*, 42(2). <https://doi.org/10.4067/s0718-19572007000200001>
- Nuñez-Acuña, G., Valenzuela-Muñoz, V., & Gallardo-Escárate, C. (2014). High-throughput SNP discovery and transcriptome expression profiles from the salmon louse *Caligus rogercresseyi* (Copepoda: Caligidae). *Comparative Biochemistry And Physiology Part D Genomics And Proteomics*, 10, 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2014.01.003>
- Olsvik, P. A., Brokke, K. E., Samuelsen, O. B., & Hannisdal, R. (2023). Lufenuron treatment temporarily represses gene expression and affects the SUMO pathway in liver of Atlantic salmon. *Journal Of Fish Diseases*. <https://doi.org/10.1111/jfd.13880>
- Pérez, H. (2016). Distribución tisular de proteínas de resistencia múltiple a fármacos en *Caligus rogercresseyi*.
- Pinto, F., & Naturales, R. (2007). *Salmonicultura Chilena: Entre el éxito comercial y la insustentabilidad (RPP 23)*. Terram: Santiago, Chile. <https://www.terram.cl/wp-content/uploads/2007/12/RPP-23-Salmonicultura-chilena-entre-el-%C3%A9xito-y-la-insustentabilidad.pdf>
- Rath, S., Erdely, H., & Reuss, R. (2017). *Residue monograph prepared by the meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), 85th meeting 2017: Lufenuron*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.1428>
- Revie, C. W., Hollinger, E., Gettinby, G., Lees, F., y Heuch, P. A. (2007). Clustering of parasites within cages on Scottish and Norwegian salmon farms: Alternative sampling strategies illustrated using simulation. *Preventive Veterinary Medicine*, 81(1-3), 135-147. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2007.04.004>
- Rozas, M. y Asencio, G. (2007). Evaluación de la situación epidemiológica de la caligiasis en Chile: hacia una estrategia de control efectiva. *Salmocencia*, 43 – 59. <https://www.researchgate.net/publication/285708305>

Servicio nacional de pesca y acuicultura [SERNAPESCA]. (2022a). *Fiscalización en pesca y acuicultura: informe de actividades servicio nacional de pesca y acuicultura*. http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/ifpa_2022.pdf

Servicio nacional de pesca y acuicultura [SERNAPESCA]. (2022b). *Guía de vigilancia Caligus*.
http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/guia_vigilancia_caligus_20220317v2.pdf

Toledo, C. (2023, julio). *Empleo directo generado por la industria salmonera en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes (2005-2021)*. Fundación Terram. https://www.terram.cl/descargar/recursos_naturales/salmonicultura/Informe-empleo-industria-salmonera-2005-2021.pdf

Torrissen, O., Jones, S., Asche, F., Guttormsen, A., Skilbrei, O. T., Nilsen, F., Horsberg, T. E., & Jackson, D. (2013). Salmon lice – impact on wild salmonids and salmon aquaculture. *Journal Of Fish Diseases*, 36(3), 171-194. <https://doi.org/10.1111/jfd.12061>

Yatabe, T. (2009). *Análisis de factores de riesgo para niveles de caligidosis (caligus rogercresseyi), en salmones cultivados en el sur de Chile*. [Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario, Universidad de Chile]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131206>

8. ANEXOS

Anexo 1. Tabla 1. Factores que influyen a la resistencia al tratamiento contra la caligidosis.

Autor	Año	Titulo	factor
Pérez	2016	Distribución tisular de proteínas de resistencia múltiple a fármacos en <i>Caligus rogercresseyi</i>	Proteínas P – gp y MRP1
Agusti-Ridaura et al.,	2018	Tipos y variantes de acetilcolinesterasa de <i>Caligus rogercresseyi</i> : un posible marcador de resistencia a los organofosforados	AChE1a: variante que favorece la resistencia a los azametifos y AChE1b: proteína depuradora
Marín et al.,	2015	Sensibilidad de <i>Caligus rogercresseyi</i> (Boxshall y Bravo 2000) a los piretroides y al azametifos medida mediante pruebas de bioensayo: un estudio espacial a gran escala	Macrozonas, uso de dosis, tiempos de exposición y uso de lonas

Nuñez-Acuña et al., 2014	<p>Descubrimiento de SNP de alto rendimiento y perfiles de expresión del transcriptoma del piojo del salmón <i>Caligus rogercresseyi</i> (Copepoda: Caligidae)</p>	Marcadores SNP
Cornejo et al., 2014	<p>Identificación y expresión funcional de un canal de cloruro regulado por glutamato y avermectina de <i>Caligus rogercresseyi</i>, un piojo de mar del hemisferio sur que afecta a los peces de cultivo.</p>	GluCla
Mardones et al., 2018	<p>Evaluación de la supervivencia y metamorfosis de larvas de <i>Caligus rogercresseyi</i> (Boxshall y Bravo, 2000) (Crustacea, Copepoda) en</p>	Ambientales, salinidad, temperatura, oxígeno

Bravo et al.,	2013	<p>Chile, en función de temperatura, salinidad y oxígeno.</p> <p>Eficacia de los tratamientos empleados para el control de <i>Caligus rogercresseyi</i> infectando salmón del Atlántico, <i>Salmo salar</i> L., en una nueva localidad de piscicultura de la XI Región, Chile</p>	<p>Falta de capacitación, áreas confinadas</p>
Bravo et al.,	2008	<p>Evaluación de la sensibilidad de <i>Caligus rogercresseyi</i> al benzoato de emamectina en Chile</p>	<p>No rotación de antiparasitarios</p>
