

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE DESINFECTANTES EN LA
CALIDAD DE HUEVOS DEL PEZ LIMÓN, *Seriola lalandi* (VALENCIENNES,
1833)



Autor: Mena Rodrigo Nicolás



Director: Licenciado Pablo Javier Martínez



Codirector: Magister Víctor Hugo Fernández Cartes

Licenciatura en Biología Marina
Escuela Superior de Ciencias Marinas
Universidad Nacional del Comahue 2024



Agradecimientos

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis. En primer lugar, agradezco a mis padres, Silvina y Sergio, por su incondicional apoyo, paciencia y amor a lo largo de este camino. Ellos siempre han sido mi pilar, brindándome su constante ánimo y comprensión, fundamental en cada paso de esta travesía académica. Sus enseñanzas y valores han sido la base sobre la que he construido este logro, y su confianza en mis capacidades me ha impulsado a superar cada obstáculo.

A mi pareja, Agustina, deseo agradecerle de manera especial. Su cariño, comprensión y apoyo inquebrantable durante todos estos años de estudio han sido una fuente invaluable de fortaleza para mí. Su compañía en los momentos más difíciles y su constante motivación me han permitido mantenerme enfocado y perseverante. Su amor y paciencia han sido esenciales para llegar a esta etapa, y no podría haberlo logrado sin su presencia a mi lado.

También quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi director de tesis, Pablo, y a mi codirector, Víctor. Su orientación, conocimiento y temple han sido vitales en cada etapa del proceso de investigación. Sus consejos y críticas constructivas me han guiado hacia una aprehensión de mi trabajo, su compromiso y dedicación han sido cruciales para el desarrollo y culminación de esta tesis. Su apoyo constante y su disposición para ayudarme en todo momento han sido fundamentales para alcanzar este logro académico.

Al Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), extendiendo mi sincera gratitud por brindarme el espacio y la cooperación necesarios para llevar a cabo esta investigación. La infraestructura y los recursos del INIDEP fueron vitales para el desarrollo de mi trabajo, y sin su apoyo institucional, este proyecto no habría sido posible. Agradezco

especialmente a los chicos del sector de maricultura del INIDEP por su colaboración y ayuda constante. Su experiencia y disposición para compartir conocimientos hicieron de este proyecto una experiencia enriquecedora y me permitieron aprender y crecer como investigador.

Finalmente, deseo agradecer al personal del Gabinete de Genética Molecular y Microbiología del INIDEP por su invaluable cooperación técnica y científica. Su contribución fue indispensable para el avance y la culminación de esta investigación.

El apoyo y la dedicación de cada uno de ustedes han sido fundamentales para el éxito de este proyecto. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin el aporte y ánimo de cada uno de ustedes.

Índice

Resumen	5
Abstract	5
Introducción	7
Acuicultura	7
Acuicultura en Argentina	8
Género <i>Seriola</i>	9
<i>Seriola lalandi</i>	11
Desinfección de huevos en la acuicultura marina	12
Estrategias y desarrollo continuo	14
Justificación.	16
Objetivo general	16
Objetivos particulares	16
Hipótesis	17
Materiales y métodos	18
Obtención de las ovas	18
Cuantificación	18
Desinfectantes utilizados	19
Diseño experimental	20
Evaluación de los tratamientos	22

Estadísticas	23
Resultados	24
Recuento bacteriano	24
Tasa de eclosión	25
Longitud de la notocorda	26
Índice de Actividad Específica (SAI)	27
Discusión	28
Recuento Bacteriano	28
Tasa de Eclosión	29
Longitud de la notocorda	31
Índice de Actividad Específica (SAI)	32
Conclusión	34
Bibliografía	38

Resumen

La acuicultura, como respuesta a los retos globales de seguridad alimentaria y conservación de los recursos marinos, experimenta un crecimiento constante, alcanzando 87.5 millones de toneladas a nivel mundial en 2020. En Argentina, a pesar de los desafíos en la acuicultura marina, se reconoce su potencial económico. El género *Seriola*, especialmente la especie *Seriola lalandi*, destaca por la calidad de su carne, enfrenta obstáculos en la reproducción controlada y el suministro de juveniles. El enfoque de este estudio se centra en *S. lalandi*, buscando contribuir al desarrollo sostenible de la acuicultura marina. La adaptación constante de métodos de desinfección es importante debido a la singularidad biológica y ambiental de las especies marinas, con el objetivo final de fortalecer la sostenibilidad, seguridad alimentaria y viabilidad económica a nivel nacional e internacional. La evaluación de desinfectantes químicos (povidona yodada, peróxido de hidrógeno y formalina) en la calidad de huevos de *S. lalandi* reveló discrepancias. La povidona yodada destacó como el agente más eficaz, mostrando una significativa reducción en la carga bacteriana y fomentando tasas superiores de eclosión y desarrollo larvario. Se destaca la importancia de considerar factores económicos y ambientales al elegir desinfectantes, con recomendaciones para futuras investigaciones sobre la relación entre la dieta de los reproductores y la calidad de los huevos, así como estudios de validación a mayor escala.

Abstract

Aquaculture, as a response to the global challenges of food security and conservation of marine resources, is experiencing steady growth, reaching 87.5 million tons globally in 2020. In Argentina, despite the challenges in marine aquaculture, its economic potential is recognized. The

genus *Seriola*, especially the species *S. lalandi*, stands out for the quality of its meat but faces obstacles in controlled reproduction and the supply of juveniles. The focus of this study is on *S. lalandi*, seeking to contribute to the sustainable development of marine aquaculture. The constant adaptation of disinfection methods is important due to the biological and environmental uniqueness of marine species, with the ultimate goal of strengthening sustainability, food security, and economic viability at national and international levels. Evaluation of chemical disinfectants (povidone-iodine, hydrogen peroxide, and formalin) the quality of *S. lalandi* egg revealed discrepancies. Povidone-iodine stood out as the most effective agent, showing a significant reduction in bacterial load and promoting higher rates of hatching and larval development. The importance of considering economic and environmental factors when choosing disinfectants is highlighted, with recommendations for future research on the relationship between broodstock diet and egg quality, as well as larger-scale validation studies.

Introducción

La acuicultura es una actividad en crecimiento, que tiene el potencial de contribuir con los desafíos de la seguridad alimentaria mundial y fomentar la preservación de los recursos marinos. Esta actividad tiene ventajas ecológicas y sociales, pero también debe lograr ser una actividad responsable y sostenible que garantice la trazabilidad de la calidad del producto, desde la condición de los reproductores y calidad de los huevos hasta el producto final (Naylor et al. 2000; Bostock et al. 2010; Troell et al. 2014; Tacon et al. 2015; Costello et al. 2016; Patrick et al. 2019; FAO, 2022). En este sentido, el uso de desinfectantes en la etapa de incubación de los huevos cumple un rol preponderante de favorecer la supervivencia en la producción de juveniles saludables.

Acuicultura

La acuicultura consiste en la cría, reproducción y cultivo de organismos acuáticos como peces, crustáceos, moluscos y algas. Esta actividad productiva se expande globalmente en respuesta a la disminución de las capturas de peces debido a la sobreexplotación de los recursos marinos, lo que ha generado preocupación por el agotamiento de las poblaciones naturales y la degradación de los ecosistemas acuáticos (Naylor et al. 2000; Troell et al. 2014; Costello et al. 2016). La acuicultura ha mostrado un crecimiento sostenido, con un ritmo medio del 6.7 % anual en las últimas décadas (Tacon et al. 2015; Patrick et al. 2019; FAO, 2022). En 2020, la producción acuícola alcanzó 87.5 millones de toneladas, principalmente para consumo humano, además de 35.1 millones de toneladas de algas y 700 toneladas de conchas y perlas, totalizando 122.6 millones de toneladas en peso vivo, frente a los 115.9 millones de toneladas en 2018 (FAO, 2022)

En muchos países, la acuicultura es una fuente importante de ingresos y divisas, impactando significativamente el PIB y contribuyendo al desarrollo económico (World Bank, 2013; FAO, 2022). Los sistemas de recirculación acuícola (RAS) han mejorado la eficiencia y sostenibilidad de la acuicultura al depurar y reutilizar el agua, minimizando efluentes perjudiciales y optimizando la calidad del agua, la temperatura y la alimentación (Goddek et al. 2019). Estos sistemas permiten el monitoreo y gestión de parámetros críticos como la calidad del agua y el oxígeno disuelto (Fowzia et al. 2021; Chen et al. 2022). Además, los sistemas de alimentación automatizada y de precisión disminuyen la conversión alimenticia y los costos de producción (Zhou et al. 2018; Nor Azra et al. 2022).

La acuicultura también ha avanzado en técnicas de reproducción controlada, inseminación artificial y producción de larvas y alevines, lo que permite un mayor control sobre los ciclos reproductivos y aumenta la eficiencia y la producción de juveniles de alta calidad (Migaud et al. 2013; Martínez et al. 2021). La prevención y control de enfermedades son cruciales en la acuicultura sostenible. Para ello, se implementan medidas de bioseguridad y programas de control sanitario que incluyen monitoreo regular, cuarentena, vacunación y tratamiento adecuado de desechos y efluentes (Bondad-Reantaso et al. 2005; Newaj-Fyzul et al. 2014).

Acuicultura en Argentina

En Argentina, el desarrollo de la acuicultura marina ha enfrentado diversos desafíos que han limitado su expansión a pesar de su gran potencial. Entre los factores que han influido en esta situación se encuentran el bajo consumo doméstico de pescado, que ronda los cinco kilos por persona al año según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (FAO, 2022), y la falta de regulación específica para el sector. (Carciofi et al. 2022).

Según un informe del Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI) en 2018, se estimó que el desarrollo de la acuicultura marina en Argentina podría tener un impacto significativo en el Producto Interno Bruto (PBI) del país, representando un rango del 12% hasta más del 100% del PBI argentino. Estas cifras indican que la acuicultura marina tiene el potencial de generar importantes ingresos y contribuir al desarrollo económico del país. Para destacar la importancia de esta industria, se observó que Argentina importó salmón del Pacífico desde Chile por un valor de 45 millones de dólares en 2017 (ProChile, 2017). Esto resalta la necesidad de desarrollar nuevas especies acuícolas en el país para diversificar el sector y reducir la dependencia de las importaciones. Esto, a su vez, podría llevar a exportaciones de productos acuícolas con un valor potencial que oscila entre los 60,000 y 600,000 millones de dólares (Baruj, 2018).

Género *Seriola*

La producción y extracción de peces pertenecientes al género *Seriola* ha adquirido una notable importancia en la industria pesquera y acuícola debido a sus características distintivas y su valor comercial. Estos peces presentan un cuerpo alargado y fusiforme, adaptado para una natación rápida y eficiente en aguas abiertas. Sus aletas dorsales y anales largas les brindan estabilidad y maniobrabilidad para desplazarse a lo largo de su área de distribución, que incluye regiones tropicales y templadas de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico (Lalli et al. 2000; Corriero et al, 2021; Domínguez et al. 2021).

La alimentación de las especies del género *Seriola* es otro aspecto relevante en su ecología. Son peces carnívoros, dependiendo en gran medida de una dieta compuesta por peces más pequeños, calamares y crustáceos. Su capacidad para ambientarse a diferentes ecosistemas marinos y aprovechar una amplia variedad de presas en su entorno, les confiere una ventaja

competitiva en el proceso de búsqueda de alimento y supervivencia (Soriano, 2018; Domínguez et al. 2021).

El valor comercial del género *Seriola* radica principalmente en la calidad excepcional de su carne. Esta es muy apreciada en la gastronomía, destacando su popularidad en Japón, donde la demanda por estas especies es significativa. El Hamachi o *Seriola quinqueradiata* y el Yellowtail o *Seriola lalandi* (Valenciennes, 1833) son especialmente valoradas en los mercados de productos del mar frescos y congelados debido a su sabor delicado, textura suave y alto contenido nutricional. Su carne, rica en ácidos grasos omega-3 y proteínas de alta calidad, es altamente solicitada para la preparación de platos tradicionales japoneses como sushi, sashimi y nigiri (Poortenaar et al. 2001; Nakada, 2002; Avilés-Quevedo et al. 2004).

La comercialización de las especies del género *Seriola* está influenciada por diversos factores, además de la calidad del producto, que abarca aspectos como el tamaño, el color, la frescura y la consistencia de la carne, la ubicación geográfica también desempeña un papel relevante. Esto se debe a que la disponibilidad y la demanda locales pueden variar según la región. Al mismo tiempo, las condiciones comerciales, incluyendo la competencia en el mercado y los acuerdos comerciales internacionales, también pueden afectar la oferta y la demanda de estas especies.

El género *Seriola*, comprende a nueve especies de las cuales cuatro se cultivan comercialmente con una producción mundial anual de 150.00 tn, correspondiendo el 80% a *S. quinqueradiata*, especie típicamente cultivada en jaula, siendo menor al 1% lo que se produce en sistemas RAS. A diferencia de *S. quinqueradiata*, *S. lalandi* se adapta muy bien al cultivo en RAS (Avilés-Quevedo et al. 2004; Martins et al. 2010; Papandroulakis et al. 2018; Goddek et al. 2019; Martínez et al. 2021).

Seriola lalandi

La presencia de cardúmenes de *Seriola lalandi* frente a las costas bonaerenses a lo largo del año se ve incrementada en el verano, producto de migraciones tróficas, coincidiendo con las temperaturas más cálidas del año y una mayor disponibilidad de alimentos en la región. Estos cardúmenes suelen encontrarse en la franja entre los 35° y 38° S, a una profundidad de aproximadamente 36 metros, y generalmente se asocian con restingas y bancos rocosos (Vergani, 2005, Martínez et al. 2021). En la actualidad, sufren principalmente la presión de pesca deportiva.

El pez limón, *S. lalandi*, se adapta de manera óptima a densidades de cultivo elevadas, alcanzando valores entre 40 y 80 kg/m³ (Avilés-Quevedo et al. 2004). Además, exhibe una alta tasa de crecimiento, alcanzando un peso de 3,5 kg en 13 meses (Olcay et al. 2016). Otro aspecto relevante para considerar es la eficiencia alimentaria de *S. lalandi*. Investigaciones previas han determinado que la especie presenta un índice de conversión alimenticia de 1.6, lo que indica una buena eficiencia en la utilización de los alimentos consumidos para su crecimiento y desarrollo (Martínez et al. 2021). La combinación de la adaptabilidad a los sistemas de recirculación, la rápida tasa de crecimiento y la eficiencia alimentaria convierten a *S. lalandi* en una especie prometedora para la producción acuícola.

La incorporación exitosa de *S. lalandi* en la industria acuícola a nivel mundial depende de superar desafíos importantes para garantizar la viabilidad y rentabilidad de su producción. Uno de los principales obstáculos radica en la reproducción controlada y el suministro adecuado de juveniles. La reproducción de *S. lalandi* en ambientes controlados presentan desafíos debido a la complejidad inherente a su ciclo reproductivo, que involucra la determinación precisa del momento óptimo de desove y la obtención de huevos y larvas viables en cantidad suficiente (Ávila et al. 2023).

Desinfección de huevos en la acuicultura marina

Uno de los desafíos fundamentales asociados a la reproducción de *S. lalandi*, al igual que en otras especies marinas, es la elevada mortalidad que se registra durante las primeras etapas del desarrollo larval. Los huevos en incubación son muy sensibles a la contaminación por patógenos, por esto, se han realizado estudios para encontrar métodos que reduzcan el riesgo de infección en esta etapa (Stuart et al. 2010; Ibarra-Castro et al. 2012; Patrick et al. 2019; Maapea et al. 2021). Se ha comprobado que la superficie externa de los huevos de esta especie es susceptible a la colonización por microorganismos patógenos, como *Flavobacterium sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Aeromonas sp.* y *Vibrio sp.* Estos microorganismos pueden comprometer la calidad de los huevos y tener efectos negativos en el desarrollo y la salud de las larvas (Hansen et al. 2001; Patrick et al. 2019; Maapea et al. 2021).

Se han explorado diversas técnicas, como la aplicación de soluciones antimicrobianas y la exposición a variaciones de salinidad y temperatura (Patrick et al. 2019; Maapea et al. 2021). No obstante, a pesar de los avances logrados en el campo de la preservación de huevos, todavía se necesita llevar a cabo investigaciones para optimizar y estandarizar estos procedimientos. La eficacia de estas técnicas puede variar según las condiciones específicas de cada instalación acuícola y las particularidades del agua. De igual manera, es crucial evaluar el impacto a largo plazo de estas prácticas en términos de calidad larval, desarrollo posterior y salud general de los peces (Ibarra-Castro et al. 2012).

Investigaciones llevadas a cabo por Stuart et al. (2010), Ibarra-Castro et al. (2012), Patrick et al. (2019) y Maapea et al. (2021) han evaluado diferentes métodos, incluyendo el empleo de soluciones desinfectantes y técnicas de saneamiento superficial. Estas técnicas pueden reducir de manera significativa la carga bacteriana y mejorar la calidad de los huevos, lo que se traduce en

una mayor tasa de eclosión y una mejor supervivencia larval. Sin embargo, su eficacia y pertinencia aún deben ser evaluadas a largo plazo y en diferentes sistemas acuícolas (Hansen et al. 2001; Patrick et al. 2019; Maafea et al. 2021).

En el ámbito de la acuicultura de peces de agua dulce, el uso de desinfectantes químicos en la etapa de incubación de huevos ha demostrado ser una estrategia eficaz para controlar la presencia de patógenos y reducir la incidencia de enfermedades en las larvas y juveniles (Bowen et al. 2009; Patrick et al. 2019). Estos desinfectantes pueden actuar de manera directa sobre bacterias, hongos y otros microorganismos nocivos, contribuyendo así a mejorar la supervivencia y el crecimiento de los peces cultivados. La aplicación de desinfectantes químicos se realiza generalmente mediante la adición de soluciones diluidas en el agua de incubación, siguiendo pautas de dosificación y tiempo de exposición recomendadas (Cadirci, 2008).

En contraste, en los cultivos marinos, el desarrollo de protocolos de desinfección efectivos y seguros presenta desafíos adicionales. Esto se debe a las diferencias en las características biológicas y ambientales entre los peces de agua dulce y los peces marinos. Los criaderos marinos están expuestos a una mayor diversidad de microorganismos, incluyendo bacterias, virus y parásitos, que pueden tener diferentes respuestas a los desinfectantes químicos utilizados en los criaderos de agua dulce (Velásquez, 2018). Además, la diferencia en la composición y estructura de los huevos de agua dulce y marinos también influye en su susceptibilidad a los desinfectantes. Los huevos de especies dulceacuícolas suelen tener una capa externa más resistente y protectora, permitiendo el uso de mayores concentraciones químicas de desinfectantes. En contraste, los huevos de especies marinas son más sensibles y requieren concentraciones más bajas para evitar daños en su desarrollo y viabilidad (Bowen et al. 2009; Patrick et al. 2019). Por lo tanto, es necesario realizar experimentos específicos para determinar

los desinfectantes, concentraciones y tiempos de exposición más adecuados para maximizar la eficacia de la desinfección sin causar efectos adversos en los huevos o larvas de especies marinas.

Estrategias y desarrollo continuo

En la acuicultura de peces marinos, se han explorado y aplicado diversos métodos químicos para la desinfección de huevos. Estos métodos han demostrado eficacia en la reducción de la carga bacteriana y la prevención de enfermedades. Entre estos métodos se incluye el uso de formalina al 40% y povidona yodada al 10% en concentraciones muy diluidas para tratar infecciones causadas por parásitos, bacterias y hongos en peces y otros organismos acuáticos, los cuales han mostrado resultados prometedores en la desinfección de huevos de ciertas especies marinas (Stuart et al. 2010; Patrick et al. 2019; Maafea et al. 2020). La formalina al 40% es un compuesto químico que contiene formaldehído, el cual actúa como agente desinfectante al inhibir el crecimiento de microorganismos y eliminar patógenos. Por otro lado, la povidona yodada al 10% es una solución que contiene yodo, el cual posee propiedades antimicrobianas y puede ser utilizado como desinfectante en la acuicultura. El peróxido de hidrógeno, un agente oxidante común, ha ganado popularidad como desinfectante en acuicultura debido a su capacidad para liberar oxígeno activo al descomponerse. Esta propiedad lo convierte en un desinfectante eficaz, ya que puede eliminar bacterias y otros microorganismos sin dejar residuos tóxicos, lo que lo hace una opción ambientalmente segura para el tratamiento de huevos de peces y larvas (Liu et al. 2015).

El desarrollo de protocolos de desinfección de huevos para especies marinas como *S. lalandi* es un área de investigación en constante evolución. Las optimizaciones de dichos protocolos implican la elección adecuada de desinfectantes y sus concentraciones, así como la adaptación de estos procedimientos a las condiciones particulares de cada sistema de cultivo. La

investigación y desarrollo continuos en este campo son esenciales para respaldar el crecimiento sostenible y exitoso de la acuicultura de especies marinas como *S. lalandi*. (Stuart et al. 2010; Peña et al. 2015; Patrick et al. 2019; Maapea et al. 2021).

Justificación.

Este trabajo se enfoca en la desinfección de huevos de *Seriola lalandi*, un paso esencial en la producción de juveniles saludables. Además, la adaptación y optimización de métodos de desinfección son fundamentales, ya que las especies marinas presentan particularidades biológicas y ambientales que requieren enfoques específicos. Este estudio contribuirá al desarrollo de la producción de *Seriola lalandi*, fortaleciendo la sostenibilidad y la viabilidad de la acuicultura marina, promoviendo una fuente confiable de alimentos y un impulso económico en las comunidades costeras y a nivel nacional.

Objetivo general

Evaluar el efecto de los desinfectantes químicos povidona yodada, peróxido de hidrógeno y formalina, sobre la calidad de los huevos de desove natural de *Seriola lalandi* en Sistemas de Recirculación de Agua (RAS) para incrementar la tasa de eclosión y la supervivencia larvaria.

Objetivos particulares

- Comparar el efecto de los tres desinfectantes químicos utilizados en la disminución de las unidades formadoras de colonias (UFC) sobre la superficie de los huevos.
- Comparar el efecto de los tres desinfectantes químicos utilizados sobre la tasa de eclosión (TE), el índice de actividad específica (SAI) y la longitud de la notocorda (LN) a un día después de la eclosión de *S. lalandi*.

Hipótesis

Hipótesis 1: El desinfectante químico povidona yodada influye en la calidad de los huevos viables de *S. lalandi* afectando las unidades formadoras de colonias (UFC) sobre la superficie de los huevos, aumentando la tasa de eclosión y la supervivencia larvaria.

Predicción 1: Se espera que para *S. lalandi* la povidona yodada mejore la calidad de las ovas, disminuyendo las unidades formadoras de colonias, y aumentando la tasa de eclosión y supervivencia larvaria.

Hipótesis 2: El desinfectante químico peróxido de hidrogeno influye en la calidad de los huevos viables de *S. lalandi* afectando las unidades formadoras de colonias (UFC) sobre la superficie de los huevos, aumentando la tasa de eclosión y la supervivencia larvaria.

Predicción 2: Se espera que para *S. lalandi* el peróxido de hidrogeno mejore la calidad de las ovas, disminuyendo las unidades formadoras de colonias, y aumentando la tasa de eclosión y supervivencia larvaria.

Hipótesis 3: El desinfectante químico formalina influye en la calidad de los huevos viables de *S. lalandi* afectando las unidades formadoras de colonias (UFC) sobre la superficie de los huevos, aumentando la tasa de eclosión y la supervivencia larvaria.

Predicción 3: Se espera que para *S. lalandi* la formalina afecte negativamente la calidad de las ovas, disminuyendo las unidades formadoras de colonias, y disminuyendo la tasa de eclosión y supervivencia larvaria.

Materiales y métodos

Obtención de las ovas

Los experimentos fueron llevados a cabo en la estación de maricultura del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), ubicado en el paseo Victoria Ocampo, Escollera Norte N°1, Mar del Plata, Buenos Aires. La estación cuenta con cuatro planteles de reproductores de la especie *Seriola lalandi*. Cada stock, contiene 20 ejemplares, en una proporción sexual de 1 macho por cada 2 hembras (1:2), en sistemas RAS de 30.000 l con un decantador de sólidos, filtro mecánico, espumador, filtro biológico, sumidero, intercambiador de temperatura y filtros ultravioletas. En los sistemas RAS, se implementó un colector de huevos, diseñado con una red o malla de 800 μm , en el sumidero durante la temporada de desove. La función principal de este colector fue la concentración de los huevos procedentes de los desoves diarios.

Cuantificación

Los huevos con flotabilidad positiva fueron considerados viables, y no viables los de flotabilidad negativa (Stuart et al. 2010; Limidoro 2016; Martínez et al. 2021). Los huevos viables fueron recolectados levantando lentamente el colector con el objetivo de mantener los huevos en el centro del mismo, aquellos que se pegaban en las paredes de la red se les aplicó agua del mismo tanque para desplazarlos dentro del colector nuevamente. Con una jarra se tomaron los huevos del colector y llevados cuidadosamente a baldes de 10 litros con al menos 3 l de agua del tanque de los reproductores, este proceso se realizó las veces necesarias hasta sacar todos los huevos posibles. Los huevos no viables fueron cuantificados por gravimetría: Fueron escurridos en una malla de 500 μm y posteriormente pesados con balanza de precisión (± 0.001

g); pesó una muestra de 100 huevos y se estimó el total por proporciones. Luego, estos huevos fueron descartados.

Los huevos viables, fueron llevados a la sala de laboratorio y cuantificados por método volumétrico. Se homogenizó con un aireador y con una pipeta plástica de 3 ml, se tomó y contabilizó tres muestras sobre malla de tamiz de 500 μm . Posteriormente, se extrapoló al volumen total. El número total de huevos fue la suma de los huevos viables y no viables.

Se analizó una muestra de 100 huevos bajo lupa para estimar tasa de fertilización y con el proyector de perfiles (Nikon profile Project V-12B) se midió el diámetro y la gota oleosa de 10 huevos. Estas mediciones se realizaron con el objetivo de verificar que los huevos no fueran anómalos o presentaran malformaciones. Además, los datos obtenidos sirvieron para compararlos con mediciones previas realizadas por la estación de maricultura en desoves de años anteriores, permitiendo evaluar la consistencia y la calidad del desove actual en relación con los históricos.

Desinfectantes utilizados

Los desinfectantes utilizados fueron povidona yodada (Icubex 10%) con una concentración de 30 mg/l por 5 minutos (Maapea et al. 2021), peróxido de hidrógeno (Kubo 3%) en concentración de 300 mg/l por 10 minutos (Patrick et al. 2019) y formalina (Kubo 40%) en concentración de 100 mg/l (Stuart et al. 2010) durante 60 minutos. Se llevaron a cabo tres tratamientos distintos, cada uno con tres réplicas, además de un grupo control. Para cada tratamiento y el grupo control, se desinfectaron un total de 10.500 huevos, distribuidos en 3.500 huevos por réplica. Así, se desinfectaron 10.500 huevos para cada uno de los tres tratamientos y otros 10.500 huevos para el grupo control, con tres réplicas por tratamiento y por grupo control. Una muestra de 10 huevos por cada réplica fue extraída para análisis bacteriológico. Se dispusieron en eppendorf de 3 ml, aforados

a 1 ml con solución salina estéril y fueron posteriormente cerrados frente a un mechero para evitar contaminación. El análisis de recuento bacteriano de las UFC/huevo se realizó en el Gabinete de Genética Molecular y Microbiología del INIDEP, utilizando agar Zobell para bacterias Aerobias Mesófilas, agar Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa (TCBS) para bacterias *Vibrionaceae* y agar Glutamate Stach Phenol Red (GSP) para *Aeromonas spp* /*Pseudomonas spp*. Se aplicó el método de siembra por disseminación en superficie en placas de Petri, sembrando por duplicado, alícuotas de 0,1 ml en los mencionados medios de cultivo e incubadas a temperatura controlada ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) durante 48 – 72 h. Para el recuento de las UFC/huevo se utilizó una lupa binocular (García, 2018).

Diseño experimental

Para la eclosión, se diseñó un set de tres tratamientos con tres réplicas y el grupo control con tres replicas, utilizando contenedores de 10 litros de capacidad y 7 litros útiles, “eclosionadores”, con flujo abierto y una tasa del 200% de recambio diario. Se sembraron 500 huevos/l en cada uno de los 12 eclosionadores. El agua de recambio fue clorada con cloro comercial a 10 ppm y declorada con tiosulfato de sodio en la misma concentración, luego desinfectada con ozono, y aireada para eliminar residuos. El ingreso de agua fue por goteo en superficie y el desagote por un tubo central nivelador que proporcionaba el volumen deseado. Una malla de 500 μm unida en la parte superior del tubo central evitó el paso de los huevos por el rebalse. Con un movimiento de upwelling generado por aireación con una piedra difusora, se mantuvieron los huevos en movimiento por toda la columna de agua, la cual se mantuvo a una temperatura de 21 °C, pH de 8-8.5, salinidad de 33 ppm. (Figura 1 y Figura 2).

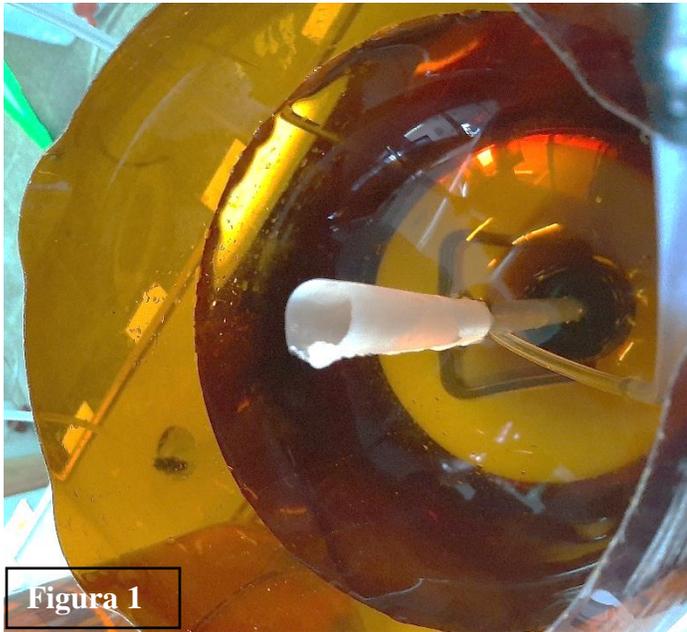


Figura 1

Figura 1. Captura superior del “eclosionador” lleno hasta la mitad. Se observa el tubo central, la malla de 500 μm unida al tubo central y la manguera de aireación orientada para permitir el movimiento de upwelling.

Figura 2. Vista lateral del sistema de “eclosionadoras” llenas y funcionando. Se observa el sistema de aireación superior y el desagote inferior.



Figura 2

Evaluación de los tratamientos

Para la evaluación de los tratamientos y sus réplicas se utilizaron los parámetros de tasa de eclosión (TE) (Stuart et al. 2010; Patrick et al. 2019), índice de actividad específica (SAI) que se calcula como el producto de la supervivencia larvaria, porcentaje de larvas activas (Furuita et al. 2000; Matsuo et al. 2006) que mide la capacidad del desarrollo embrionario como la supervivencia a la primera alimentación, y el largo de la notocorda (LN) (Stuart et al. 2010; Matsuo et al. 2006).

El parámetro TE fue calculado como:

$$TE = \frac{\text{Número de larvas vivas}}{\text{Número de larvas vivas} + \text{larvas muertas} + \text{huevos sin eclosionar}} \times 100$$

Para lo cual, se contaron en cada eclosionador el número de huevos sin eclosionar y larvas muertas, como así también las larvas vivas.

En el análisis del índice de actividad específica (SAI) se utilizaron vasos de precipitado de 500 ml con agua de mar tratada (clorada a 10 ppm y declorada con tiosulfato), donde se transfirieron 30 larvas vivas de cada réplica (día 0). Diariamente, las larvas muertas se extrajeron de cada frasco, hasta la muerte de la última larva (día k). Aplicando el siguiente cálculo:

$$SAI = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (N - h_i) \times i$$

Donde N es el número total de larvas, h_i la mortalidad acumulada al día i, y k el número de días hasta la muerte de todas las larvas.

Para estimar la longitud de la notocorda (LN) se utilizó el proyector de perfiles (NIKON V-12B) y un calibre digital, midiendo el largo de la notocorda de 30 larvas recién eclosionadas, del grupo control y de cada tratamiento.

Estadísticas

Para evaluar y comparar el número de colonias bacterianas, la tasa de eclosión, la longitud de la notocorda y el índice de actividad específica, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Antes de llevar a cabo este análisis, se realizaron pruebas para verificar si los datos cumplían con los supuestos fundamentales de normalidad y homocedasticidad.

El software estadístico utilizado para realizar estas evaluaciones y análisis fue Statistica 10, desarrollado por StatSoft, Inc. (2011).

Resultados

Se llevaron a cabo un total de 20 desoves de los reproductores de *Seriola lalandi*, en los sistemas de Recirculación de Agua (RAS) pertenecientes a la estación de Maricultura del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), en el periodo comprendido entre el 16/01/2023 y el 23/02/2023. Para evaluar la eficacia de los tres tratamientos de desinfección se seleccionó el desove del 09/02/2023 por su buena condición. En dicho desove, se obtuvo un total de 858.667 huevos, de los cuales sólo 192.000 huevos se consideraron viables y adecuados para el experimento.

Recuento bacteriano

En esta sección, se presentan los resultados del recuento bacteriano obtenidos en diferentes condiciones de tratamiento. Los recuentos de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) fueron utilizados como indicador de la carga bacteriana en las muestras. Los resultados demuestran que el tratamiento con formalina fue el más efectivo en la reducción de las diferentes bacterias evaluadas, seguido por la povidona yodada. El peróxido de hidrógeno mostró una efectividad variable, siendo menos eficaz que los otros tratamientos en algunos casos. (Tabla 1).

Tabla 1. Recuento medio de unidades formadoras de colonias por mililitro (ufc/ml) resultantes para cada tratamiento.

Ensayo	Control	Povidona yodada	Peróxido de hidrógeno	Formalina
Bacterias Aerobias Mesófilas	2.39 x10 ³ ufc/ml	1.40x10 ³ ufc/ml	3.37x10 ³ ufc/ml	6.40x10 ² ufc/ml
Bacterias <i>Vibrionaceae</i>	1.33x10 ¹ ufc/ml	1x10 ¹ ufc/ml	1 x 10 ¹ ufc/ml	0
<i>Aeromonas spp /Pseudomonas spp</i>	1.8 x 10 ³ ufc/ml	4x10 ¹ ufc/ml	1.43x10 ³ ufc/ml	1x10 ¹ ufc/ml

Tasa de eclosión

La tasa de eclosión para el grupo control fue de 68.37 ± 7.12 %, el tratamiento con povidona yodada alcanzó 75.74 ± 13.27 %, el tratamiento con peróxido de hidrógeno registro 84.52 ± 6.58 % y el grupo tratado con Formalina alcanzo 47.22 ± 4.81 %. El análisis de estos mostró la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos ($F(3,8) = 10.3829$, $P < 0.05$). Estas diferencias significativas se presentaron entre el grupo tratado con povidona yodada y el grupo tratado con formalina respecto al grupo control, y entre el grupo tratado con peróxido de hidrogeno y el grupo tratado con formalina. (Figura 3).

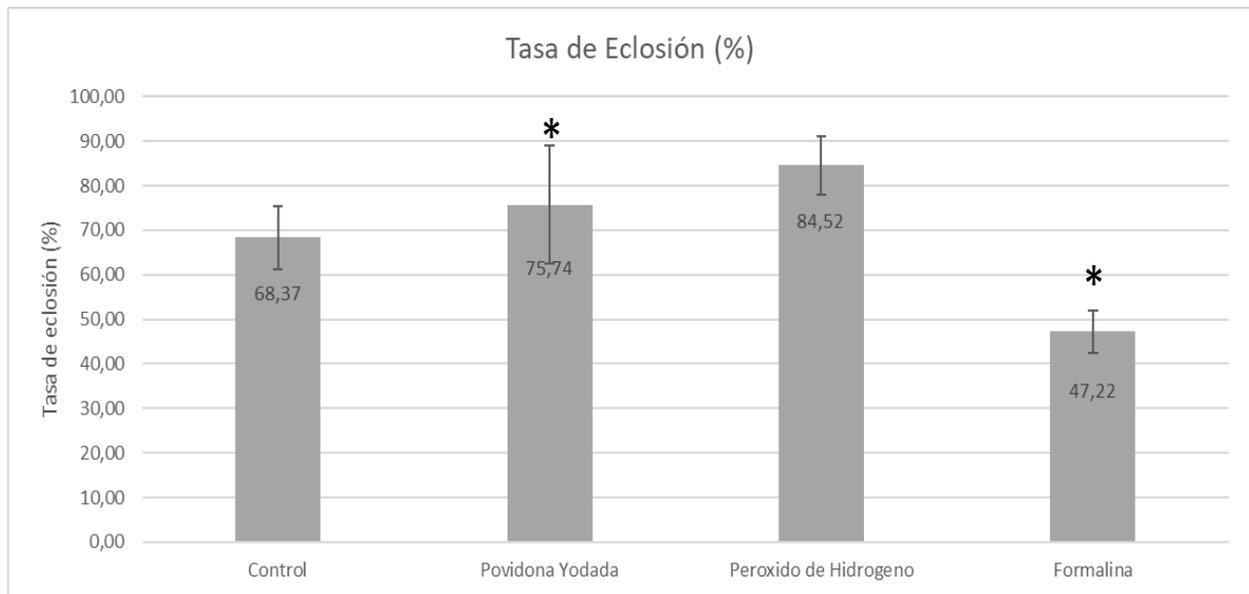


Figura 3. Tasa de eclosión (%) de huevos de *S. lalandi* en función de tres tratamientos desinfectantes. El * indica diferencia significativa con el grupo control.

Longitud de la notocorda

El largo medio de la notocorda para el grupo control fue de 12.41 ± 1.34 mm, para el tratamiento con povidona yodada alcanzó 14.29 ± 1.32 mm, el tratamiento con peróxido de hidrógeno registró 13.73 ± 1.30 mm y el grupo tratado con formalina alcanzó 13.72 ± 1.33 mm. El análisis de los datos muestra diferencias significativas ($F(3,116) = 10.98$, $P < 0.05$) en la longitud media de la notocorda entre tratamientos. Las diferencias significativas se presentaron entre el grupo control con los tres tratamientos. (Figura 4)

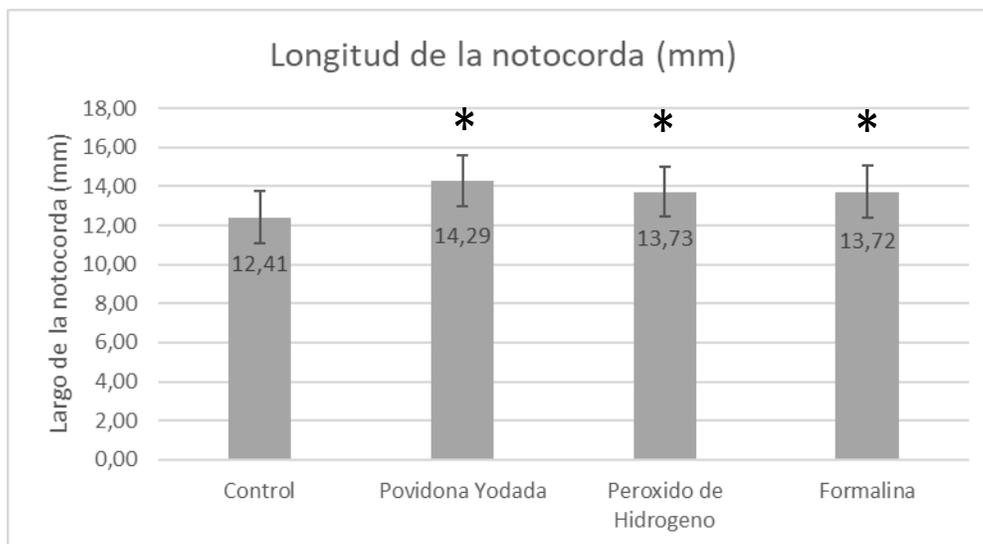


Figura 4. Media de longitud de la notocorda (mm) representadas gráficamente de los tres desinfectantes (povidona yodada, peróxido de hidrogeno y formalina) y el grupo control para las larvas de *S. lalandi* a un día después de la eclosión. El * indica diferencia significativa con el grupo control.

Índice de Actividad Específica (SAI)

El análisis del índice de actividad específica (SAI) reveló que no existen diferencias significativas entre tratamientos y con el grupo control ($F(3,8) = 2.45736$, $P > 0.05$) (Tabla 2).

Tabla 2. Índice de actividad específica (SAI) de los tres tratamientos y el grupo control. Cont: grupo control; Pov: tratamiento con povidona yodada; H₂O₂: tratamiento con peróxido de hidrogeno; Form: tratamiento con formalina; A, B y C: repeticiones de cada tratamiento y grupo control.

Grupo	Repeticion	SAI
Cont	A	17,00
Cont	B	0,83
Cont	C	2,17
Pov	A	23,07
Pov	B	20,13
Pov	C	12,10
H ₂ O ₂	A	17,90
H ₂ O ₂	B	22,07
H ₂ O ₂	C	2,27
Form	A	1,67
Form	B	1,40
Form	C	6,87

Discusión

Una preocupación central en la producción comercial de muchas especies, entre ellas *Seriola lalandi*, es optimizar los protocolos de incubación para garantizar la producción de juveniles, mejorando en cantidad y calidad para lograr que la actividad sea sustentable y sostenible en el tiempo. Este estudio evaluó tres tratamientos distintos de desinfección, proporcionando información valiosa sobre su impacto en la carga bacteriana, la influencia sobre la eclosión, la supervivencia larvaria y el desarrollo temprano de las larvas, así como el índice de actividad específica.

Recuento Bacteriano

El efecto de los tratamientos sobre el enchapado bacteriano resultó en una significativa disminución de patógenos en todos los grupos tratados. De los tres desinfectantes, los más eficaces fueron el tratamiento con formalina y en particular povidona yodada. Este último es recomendado ya que proporciona un entorno de pH neutro, lo que es esencial para evitar condiciones adversas para las ovas y larvas. La povidona yodada exhibe una baja toxicidad relativa para el medio, contribuyendo significativamente a minimizar posibles impactos

secundarios no deseados en el desarrollo temprano de las larvas. Esta cualidad contrasta notablemente con la formalina, cuyo uso puede conllevar efectos adversos para el ambiente.

Si bien todos los tratamientos fueron efectivos en la reducción de la carga bacteriana se observó que el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), fuerte agente oxidante que no deja residuos (De Swaef et al. 2016), fue el menos eficaz en este aspecto. Sin embargo, este desinfectante es el menos nocivo para el ambiente ya que se descompone fácilmente en compuestos inofensivos de oxígeno gaseoso y agua, lo que lo hace más seguro para el personal de los criaderos en comparación con los productos de formalina (Patrick et al. 2019).

Estos resultados son consistentes con los reportados por Stuart et al. (2010), Patrick et al. (2019) y Maapea et al. (2021), quienes también utilizaron formalina con una concentración de 100 mg/L durante 60 minutos. Además, Maapea et al. (2021) utilizaron povidona yodada (concentración de 30 mg/L durante 5 minutos) al igual que la utilizada en nuestro experimento. Patrick et al. (2019), emplearon las mismas concentraciones de peróxido de hidrogeno 300 mg/L durante 10 minutos. La coincidencia en los resultados para metodologías similares fortalece la validez de estos desinfectantes como herramientas efectivas en la acuicultura durante el proceso de incubación de huevos y eclosión.

Tasa de Eclosión

La tasa de eclosión es un parámetro crítico para la producción comercial de larvas de *S. lalandi*. Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias significativas entre los distintos grupos de tratamiento. Estos hallazgos encuentran respaldo en las investigaciones de Stuart et al. (2010) y Patrick et al. (2019) quienes observaron tasas de eclosión superiores en los grupos tratados con povidona yodada y peróxido de hidrógeno en comparación con el grupo de control. Cabe destacar que, aunque en nuestro estudio utilizamos una concentración diferente de povidona

yodada (50 mg/L) y un tiempo de exposición (15 minutos) distinto al de Stuart et al. (2010) ambos estudios respaldan la eficacia de este desinfectante. Por otro lado, Patrick et al. (2019) obtuvieron resultados similares en la tasa de eclosión ($76 \pm 2,62$ %) utilizando las mismas concentraciones y un tiempo de exposición similar para el peróxido de hidrógeno, en comparación con los resultados obtenidos en nuestra investigación ($84,52 \pm 6,58$ %). Estos hallazgos brindan coherencia y respaldo a los efectos observados de este desinfectante en la tasa de eclosión.

En las investigaciones de Stuart et al. (2010) y Patrick et al. (2019), se observó un aumento del 9% y del 12%, respectivamente, en la tasa de eclosión cuando se aplicó formalina en comparación con el grupo de control. Estos estudios, que emplearon formalina a concentraciones de 100 mg/L durante 60 minutos, han destacado los efectos beneficiosos de este agente sobre las tasas de eclosión. Sin embargo, en nuestro estudio, el grupo sometido a tratamiento con formalina exhibió la tasa de eclosión más reducida de todos los grupos, observando una reducción del 21% en la tasa de eclosión.

Los resultados obtenidos destacan la importancia de tener en cuenta no solo las variaciones en las condiciones experimentales, sino también la alimentación de los reproductores, como un factor crucial en las respuestas observadas. Se ha establecido que los componentes nutricionales de la dieta, junto con la tasa de ingesta y la duración del periodo de alimentación afectan directamente la calidad de la puesta (Carrillo Estévez, 2009). Se ha enfatizado sobre la importancia de las relaciones de los ácidos grasos poliinsaturados ARA/EPA y EPA/DHA en las dietas de reproductores para mejorar la calidad de las puestas (Bell et al. 1997). Estos ácidos grasos (ARA, EPA y DHA) desempeñan un papel crucial en el control de la ovulación (Mustafa y

Srivastava, 1989) y probablemente están implicados en procesos como la embriogénesis, desarrollo del sistema inmune, eclosión y desarrollo larvario inicial.

Longitud de la notocorda

Los resultados revelaron diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en términos de la longitud de la notocorda, indicando que los tratamientos aplicados tuvieron un impacto en el crecimiento y desarrollo de las larvas. El grupo control registró un promedio de longitud de notocorda de 12.41 ± 1.34 mm, proporcionando una referencia del desarrollo natural de las larvas en ausencia de desinfectantes. En comparación, el tratamiento con povidona yodada mostró un promedio significativamente mayor de 14.29 ± 1.32 mm. Este resultado sugiere que la povidona yodada podría tener un efecto positivo en la desinfección, contribuyendo al crecimiento saludable de las larvas al prevenir o reducir la presencia de bacterias perjudiciales que podrían influir en el desarrollo de la notocorda y, en última instancia, en la supervivencia de las larvas. El tratamiento con peróxido de hidrógeno también demostró un efecto positivo, con una longitud de notocorda promedio de 13.73 ± 1.30 mm, que, aunque inferior al del grupo tratado con povidona yodada, sigue siendo significativamente mayor que el del grupo control. De manera similar, el grupo tratado con formalina presentó un promedio de longitud de notocorda de 13.72 ± 1.33 mm, que es mayor que el del grupo control, pero ligeramente inferior al del grupo tratado con povidona yodada.

Los resultados obtenidos sugieren que tanto la povidona yodada como el peróxido de hidrógeno y la formalina pueden ejercer efectos positivos en el desarrollo de la notocorda en las larvas de *S. lalandi*, un aspecto crucial para su crecimiento y supervivencia durante la fase larvaria. Esta observación contrasta con los hallazgos de Stuart et al. (2010), quienes no identificaron diferencias significativas en la longitud de la notocorda entre los desinfectantes

aplicados. Aunque Ibarra Castro et al. (2012) aportaron algunos resultados, la necesidad de más investigaciones en este aspecto sigue siendo evidente.

Índice de Actividad Específica (SAI)

El índice de actividad específica también denominado Índice de actividad de supervivencia (Matsuo et al. 2006), ha demostrado ser un indicador crítico de la calidad larvaria en diversas especies de peces. Este índice ha sido adoptado como referencia en estudios experimentales y de criaderos en Japón (Matsuo et al. 2006), y se ha utilizado para evaluar la calidad larvaria en peces como el jurel rayado (*Pseudocaranx dentex*) (Peña et al. 2015) y el lenguado japonés (*Paralichthys olivaceus*) (Furuita et al. 2000) o *Paralichthys orbignyanus* (Radonic et al. 2007), entre otros.

El SAI comprende la capacidad de sobrevivir y alcanzar su máximo desarrollo larval hasta la primera alimentación, siendo este índice expresado como una función de la tolerancia a la inanición de las larvas, demostrando una correlación positiva con la supervivencia larvaria. En esta experiencia, al tercer día después de la eclosión (dpe), se observó un aumento del 40% en la supervivencia larvaria para el grupo tratado con povidona yodada, un aumento del 26% para el grupo tratado con peróxido de hidrógeno, y una disminución del 6% para el grupo tratado con formalina, en comparación con el grupo control.

Los resultados del SAI no mostraron diferencias significativas entre los grupos de tratamiento. Esto sugiere que los tratamientos desinfectantes aplicados no tuvieron un impacto evidente en la resistencia al estrés de las larvas de *S. lalandi*. Resultados similares fueron obtenidos por Radonic et al. (2007) para ovas de *P. orbignyanus*. Watanabe et al. (2016) sugieren, para las larvas del pargo rojo (*Pagrus pagrus*), que el déficit de ácidos grasos

poliinsaturados (UFAs), como el DHA y el ARA, puede afectar la resistencia al estrés de las larvas.

Conclusión

En el presente estudio, se evaluó la eficacia de diversos tratamientos desinfectantes en el cultivo de larvas de *Seriola lalandi*. Los resultados indican que la povidona yodada es el desinfectante más eficiente, mostró una reducción significativa en la carga bacteriana, mejora la tasa de eclosión y se asocia al desarrollo positivo de la notocorda. Se confirma la primera predicción y se acepta la hipótesis planteada para este desinfectante.

Los resultados del tratamiento con peróxido de hidrógeno muestran disminución de las unidades formadoras de colonias, aumento de la tasa de eclosión y aumento de la tasa de supervivencia larvaria. Se cumple la predicción de reducir la carga bacteriana, aumentando la tasa de eclosión y la supervivencia larvaria. La hipótesis planteada para este desinfectante es aceptada.

Los resultados del tratamiento con formalina confirmaron la predicción, hubo reducción de la carga bacteriana, hubo baja tasa de eclosión y baja tasa de supervivencia larvaria. La hipótesis planteada para este desinfectante se rechaza.

La evaluación comparativa de los desinfectantes povidona yodada, peróxido de hidrógeno y formalina, revela diferencias significativas en términos de su impacto en la supervivencia larvaria. La povidona yodada se destaca como la opción más beneficiosa. Este resultado positivo sugiere su eficacia en la reducción de patógenos sin comprometer la salud de las larvas. Por otro lado, el peróxido de hidrógeno también mostró un aumento, aunque en menor medida que la povidona yodada, y la formalina, en contraste, exhibió una disminución, indicando un impacto negativo en la supervivencia larvaria.

Otros factores, además de la supervivencia larvaria, deben considerarse al evaluar la idoneidad de los desinfectantes. La povidona yodada se destaca no sólo por su eficacia sino también por su baja toxicidad para el ambiente, lo que contribuye a minimizar impactos

secundarios no deseados. El peróxido de hidrógeno, al ser un agente oxidante que no deja residuos, se presenta como una opción segura tanto para el medio como para el personal en los criaderos. Por el contrario, la formalina, a pesar de su eficacia en la reducción de la carga bacteriana, conlleva efectos adversos en el ambiente y una disminución significativa en la supervivencia larvaria. Además, es importante tener en cuenta que la formalina es un agente carcinógeno, lo que añade preocupaciones adicionales sobre su uso en entornos acuáticos y en la producción acuícola.

Considerando el aspecto económico, el costo de adquisición y la manipulación de los desinfectantes también deben ponderarse. La povidona yodada y el peróxido de hidrógeno, al ser relativamente seguros y respetuosos con el medio, podrían ofrecer beneficios económicos a largo plazo al reducir costos asociados con medidas de seguridad y mitigación ambiental. La formalina, aunque efectiva, podría implicar costos adicionales y precauciones debido a su impacto ambiental y la necesidad de medidas de seguridad más estrictas.

La longitud de la notocorda demostró ser un indicador sensible de los efectos de los tratamientos desinfectantes. Los resultados mostraron que tanto la povidona yodada como el peróxido de hidrógeno y la formalina tuvieron efectos positivos en la longitud de la notocorda en comparación con el grupo control, aunque la povidona yodada tuvo el mayor impacto. Estos resultados enfatizan la importancia de considerar el desarrollo morfológico en la evaluación de la eficacia de los desinfectantes.

El índice de actividad específica (SAI), aunque no reveló diferencias significativas entre los grupos de tratamiento y el grupo control, proporciona información valiosa sobre la resistencia al estrés de las larvas. La relación directa positiva entre el SAI y la supervivencia larvaria destaca su relevancia como indicador de calidad larvaria.

La implementación exitosa de desinfectantes en el cultivo de larvas de *S. lalandi* requiere consideraciones cuidadosas para optimizar su eficacia sin comprometer la salud larvaria. Se recomienda un ajuste preciso de las concentraciones y tiempos de exposición de la povidona yodada. Este ajuste es fundamental para maximizar la eficacia desinfectante sin inducir efectos adversos en la salud larvaria.

La elección del desinfectante debe basarse en un enfoque integral que considere no solo la eficacia en la supervivencia larvaria, sino también factores económicos y ambientales. La povidona yodada y el peróxido de hidrógeno emergen como opciones más equilibradas, destacando la importancia de la sostenibilidad y la eficacia en la selección de desinfectantes en la acuicultura.

El seguimiento a largo plazo de las cohortes tratadas también es importante para evaluar la persistencia de los efectos observados. Este seguimiento proporcionará información valiosa sobre la viabilidad a lo largo del tiempo y permitirá comprender mejor cómo los desinfectantes afectan el desarrollo continuo de las larvas en condiciones de cultivo.

Dada la influencia de la calidad de las ovas en estos resultados, se sugiere una investigación más profunda sobre cómo la dieta de los reproductores impacta sobre la calidad de los huevos. Un enfoque completo en la relación entre la dieta de los reproductores y la calidad de las ovas ayudará a comprender mejor las respuestas de las larvas a los tratamientos desinfectantes.

Sobre la base de los resultados obtenidos se sugiere profundizar los estudios referidos a la relación entre la carencia de ácidos grasos poliinsaturados y la resistencia larvaria al estrés. Explorar la posibilidad de la suplementación de ácidos grasos como una estrategia para mejorar

la calidad larvaria, proporcionaría información valiosa para optimizar las prácticas de alimentación de los reproductores.

Por último, se sugiere llevar a cabo estudios de validación de los resultados experimentales a condiciones de producción a gran escala. Estos estudios permitirán que los resultados obtenidos en entornos controlados puedan ser aplicables y efectivos en entornos comerciales.

Bibliografía

- Albert Tacon GJ, Marc M (2015)** Feed Matters: Satisfying the Feed Demand of Aquaculture. Fisheries Science & Aquaculture, 23:1, 1-10, DOI: 10.1080/23308249.2014.987209
- Ávila R, Pizarro M, Vilaxa A (2023)** Obtaining high quality, low-cost juvenile Dorado (*Seriola lalandi*) through a risk analysis and critical point control system. INDESIA 41 (1): 35 – 44.
- Avilés-Quevedo A, Castelló-Orvay F (2004)** Manual para cultivo de *Seriola lalandi* (Pisces: Carangidae) en Baja California sur, México. Instituto Nacional de la Pesca, Dirección General de Investigación en Acuicultura & Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. ISBN: 968-800-580-0
- Baruj G, Drucaroff S (2018)** Estimaciones del potencial económico del océano en la Argentina. Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencias, Tecnología e Innovación. Informe Técnico N°10. ISBN: 978-987-4193-25-4
- Bell JG, Farndale BM, Bruce MP, Navas JM, Carillo M (1997)** Effects of broodstock dietary lipid on fatty acid compositions of eggs from sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, Issues 149 (1–2): 107-119, ISSN 0044-8486, [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01436-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01436-6).
- Bondad-Reantaso M G, Subasinghe R P, Arthur J R, Ogawa K, Chinabut S, Adlard R, Tan Z, Shariff M (2005)** Disease and health management in Asian aquaculture. Vet Parasitol. DOI: 10.1016/j.vetpar.2005.07.005. PMID: 16099592
- Bostock J, McAndrew B, Richards R, Jauncey K, Telfer T, Lorenzen K, Little D, Ross L, Handisyde N, Gatward I, Corner R (2010)** Aquaculture: global status and trends. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci; DOI: 10.1098/rstb.2010.0170
- Bowen BW, Collette BB, Facey DE, Helfman G (2009)** the Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology (2nd Edition). Hardcover 736 Published 2009 ISBN-10: 1-4051-2494-6
- Cadirci S (2008)** Disinfection of hatching eggs by formaldehyde fumigation. Review manuskript April 2008. ISSN 0003-9098.

- Carciofi I, Guevara Lynch JP, Maspi N (2022)** Economías regionales: red de actores, procesos de producción y espacios para agregar valor. Algunos lineamientos de política para el impulso de las exportaciones en cadenas productivas ligadas a la agroindustria. CCE N° 20. Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. ISSN 2718-8124
- Carrillo Estévez MA, Muñoz Cueto JA, Zanuy S, Carrillo M, Rocha A, Molés G, Bayarri JM, Piferrer F, Fernandez-Palacios H, Izquierdo MS, Cerdà J, Herráez MP, Navas JM, Cañavate JP, Lopez VG, Valdebenito Isler I (2009)** La reproducción de los peces: aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura. Fundación Observatorio Español de Acuicultura Consejo Superior de Investigaciones Científicas Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-00-08842-2
- Chen C, Wu Y, Zhang J, Chen Y (2022)** IoT-Based Fish Farm Water Quality Monitoring System. *Sensors* 2022, 22, 6700. <https://doi.org/10.3390/s22176700>
- Corriero A, Wylie MJ, Nyuji M, Zupa R, Mylonas CC (2021)** Reproduction of greater amberjack (*Seriola dumerili*) and other members of the family Carangidae. *Rev Aquacult*, 13: 1781-1815. <https://doi.org/10.1111/raq.12544>
- Costello C, Ovando D, Clavelle T, Strauss C, Hilborn R, Melnychuk M, Branch T, Gaines S, Szuwalski C, Cabral R, Rader D, Leland A (2016)** Global fishery prospects under contrasting management regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (113) 201520420. 10.1073/pnas.1520420113.
- De Swaef E, Van den Broeck W, Dierckens K, Decostere A (2016)** Disinfection of teleost eggs: a review. *Rev Aquacult*, (8) 321-341. <https://doi.org/10.1111/raq.12096>
- Domínguez JA, Teófilo Lestani MF, Liberman CD, Suarez JO (2021)** Manual de procedimientos para el control y la vigilancia pesquera nacional. Ministerio de agricultura ganadería y pesca Argentina. IF-2022-18841401-APN-DNCYFP#MAGYP
- FAO (2022)** El Estado Mundial de la pesca y la acuicultura: Hacia la transformación azul. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, FAO.
- Fowzia A, Hasin RS, Md Eshrat EA, Subhas CM (2021)** Recent Advancement of the Sensors for Monitoring the Water Quality Parameters in Smart Fisheries Farming. *Computers*. 10. 1-20. 10.3390/computers10030026.

- Furuita H, Tanaka H, Yamamoto T, Shiraishi M, Takeuchi T (2000)** Effects of n-3 HUFA levels in broodstock diet on the reproductive performance and egg and larval quality of the Japanese flounder. *Aquaculture* 187 (387-398). 10.1016/S0044-8486(00)00319-7.
- García AN (2018)** Análisis microbiológico del agua de los tanques de reproductores de chernia (*Polyprion americanus*) besugo (*Pagrus pagrus*) y lenguado (*Paralichthys orbignyanus*) periodo 2015 al 2017. Informe de asesoramiento y transferencia. Gabinete de biología molecular y microbiología, instituto nacional de investigación y desarrollo pesquero INIDEP.
- Goddek S, Joyce A, Kotzen B, Burnell GM (2019)** Aquaponics food production systems combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6>
- Hansen T, Falk-Petersen I (2001)** Effects of egg disinfection and incubation temperature on early life stages of spotted wolfish. *Aquaculture international* 9 (333-344). DOI: 10.1023/a: 1020437023395
- Ibarra-Castro L, Lizarraga-Osuna CR, Gómez-Gil B, Alvarez-Lajonchère L (2012)** Prophylactic treatments for surface disinfection of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* eggs. *Rev. Biol. Mar. oceanography* vol.47. Valparaiso Abr. 2012.
- Lalli C M, Parsons TR (2000)** *Biological Oceanography an Introduction*. 2ª edición. Butterworth & Heinemann, Oxford. Elsevier Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP 30 Corporate Drive, Burlington, MA 01803. ISBN 0 7506 3384 0
- Limidoro RIJ (2016)** Expresión de enzimas involucradas en la adquisición de la flotabilidad de huevos y embriones de *Seriola lalandi*. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Escuela de Ciencias Veterinarias. Proyecto FONDECYT 11140639
- Liu D, Straus DL, Pedersen LF & Meinelt, T (2015)** Comparison of the Toxicity of Wofasteril Peracetic Acid Formulations E400, E250, and Lspez to *Daphnia magna*, with Emphasis on the Effect of Hydrogen Peroxide. *North American Journal of Aquaculture*, 77: 128-135. <https://doi.org/10.1080/15222055.2014.976682>

- Maapea AD, Vine NG, Macey BM (2021)** Bacterial microbiome of dusky kob *Argyrosomus japonicus* eggs and rearing water and the bacteriostatic effect of selected disinfectants. Contents lists available at ScienceDirect Aquaculture 542 (2021) 736882
- Martínez PJ, Spinedi M, Menguez PC, Bastida J (2021)** Tecnología de cultivo de pez limón *Seriola lalandi* (VALENCIENNES, 1833). Informe de asesoramiento y transferencia. estación de Maricultura, instituto nacional de investigación y desarrollo pesquero – INIDEP.
- Martins C, Eding Ep, Verdegem M, Heinsbroek LTN, Schneider O, Blancheton JP, d'Orbcastel E, Verreth J (2010)** New Developments in Recirculating Aquaculture Systems in Europe: A Perspective on Environmental Sustainability. Aquacultural Elsevier Sci Ltd Vol. (3): 83-93. DOI: 43.10.1016/j.aquaeng.2010.09.002.
- Matsuo Y, Kasahara Y, Hagiwara A, Sakakura Y, Arakawa T (2006)** Evaluation of larval quality of viviparous scorpionfish *Sebastiscus marmoratus*. Fisheries Science. 72: 948 - 954. DOI:10.1111/j.1444-2906.2006.01242.x.
- Migaud H, Bell G, Cabrita E, McAndrew B, Davie A, Bobe J, Herraes MP, Carrillo M (2013)** Gamete quality and broodstock management in temperate fish. Reviews in Aquaculture Suppl. 1. S194–S223. DOI: 10.1111/raq.12025
- Mustafa T, Srivastava KC (1989)** Prostaglandinas (eicosanoids and their role in ectothermic organisms. Adv.Comp.Env.Physiol., 5:157-207
- Nakada M (2002)** Yellowtail Culture Development and Solutions for the Future. Reviews in Fisheries Science, 10:3-4, 559-575, DOI: 10.1080/20026491051794
- Naylor RL, Goldberg RJ, Primavera JH, Kautsky N, Beveridge MC M, Clay J, Folke C, Lubchenco J, Mooney H, Troell M (2000)** Effect of aquaculture on world supplies. Stanford University, Institute for International Studies, Encina Hall 400E, California 94305-6055, USA. DOI:10.1038/35016500
- Newaj-Fyzul A, Austin B (2014)** Probiotics, immunostimulants, plant products and oral vaccines, and their role as feed supplements in the control of bacterial fish diseases. Journal of Fish Diseases. doi:10.1111/jfd.12313

- Nor Azra M, Tosin Okomoda V, Ikhwanuddin Mhd (2022)** Breeding Technology as a Tool for Sustainable Aquaculture Production and Ecosystem Services. Volume 9 Sec. Marine Fisheries, Aquaculture and Living Resources. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.679529>
- Oficina Comercial ProChile (2017)** Estudio de mercado Salmón en Argentina. Documento elaborado por la Oficina Comercial de Chile en Buenos Aires- ProChile. https://acceso.prochile.cl/wp-content/uploads/2017/09/pmp_salmon_argentina_2017.pdf
- Olcay AV, Palape RÁ, Pizarro MÁ, López JO, Merino CP, Karmelic RP (2016)** Solución tecnológica de engorda, para el escalamiento comercial del dorado (*Seriola lalandi*) en la región de Arica y Parinacota. <https://docplayer.es/93881857-Solucion-tecnologica-de-engorda-para-el-escalamiento-comercial-del-dorado-Seriola-lalandi-en-la-region-de-arica-y-parinacota.html>
- Papandroulakis N, Mylonas CC, Maingot E, Divanach P (2005)** First results of greateramberjack (*Seriola dumerili*) larval rearing in mesocosm. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.02.036
- Patrick G, Tarnecki AM, Rhody N, Schloesser R, Main K, Yanong R, Francis-Floyd R (2019)** Disinfection of almaco jack (*Seriola rivoliana* Valenciennes) eggs: Evaluation of three chemicals. *Aquac Res.* 2019; 50: (3793–3801). <https://doi.org/10.1111/are.14342>
- Peña R (2015)** Criterios de calidad de huevos y sus implicaciones en el cultivo de peces marinos. Avances en nutrición acuícola. Recuperado a partir de <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/54>
- Poortenaar CW, Hooker SH, Sharp N (2001)** Assessment of Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi lalandi*) reproductive physiology, as a basis for aquaculture development. Secretariat of the Pacific Community (SPC) (2011). Opportunities for the development of the Pacific Islands' Mariculture Sector. Noumea, New Caledonia. ISBN: 978-982-00-0529-7
- Radonic M, Muller M, Lopez A, Bambill G, Spinedi M, Boccanfuso J (2007)** Improvement in flounder *Paralichthys orbignyanus* controlled spawning in Argentina. *Ciencias Marinas.* 33. 10.7773/cm.v33i2.1021.

- Soriano EL (2018)** Estudio sobre la fisiología térmica, metabolismo respiratorio y nutrición de *Seriola lalandi*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
- Stuart K, Keller M, Drawbridge M, (2010)** Efficacy of formalin and povidone–iodine disinfection techniques on the eggs of three marine finfish species. *Aquac. Res.* 41, E838–E843. [HTTPS://DOI.ORG/10.1111/J.1365-2109.2010.02604.X](https://doi.org/10.1111/J.1365-2109.2010.02604.X).
- Troell M, Naylor RL, Metian M, Aart de Zeeuw (2014)** Does aquaculture add resilience to the global food system? <https://doi.org/10.1073/pnas.1404067111>.
- Velásquez A, Quinteros M, Jiménez-Vergar E, Blandón L, Gómez-León J (2018)** Microorganismos marinos extremófilos con potencial interés en estudios de bioprospección. Universidad Nacional de Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias*, vol. 7, núm. 2. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n2.67360>
- Vergani, M. (2005)**. Alimentación del pez limón, *Seriola lalandi* (Valenciennes, 1833 in Cuvier y Valenciennes, 1833) en aguas bonaerenses (Tesis de grado). Escuela de Ciencias Marinas, Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1834/2561>
- Watanabe W, Alam Md S, Ostrowski A, Montgomery F, Gabel J, Morris J, Seaton P (2016)** Live prey enrichment and artificial microdiets for larviculture of Atlantic red porgy *Pagrus pagrus*. *Aquaculture Reports*. 3. [10.1016/j.aqrep.2016.01.003](https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.01.003).
- World Bank Report Number (2013)** Fish to 2030 Prospects for Fisheries and Aquaculture. 83177-GLB
- Zhou C, Xu D, Lin K, Sun C, Yang, X (2018)** Intelligent feeding control methods in aquaculture with an emphasis on fish: a review. *Rev Aquacult*, 10: (975-993). <https://doi.org/10.1111/raq.12218>