

**División de Ciencias Biológicas y de la Salud**

Departamento del Hombre y su Ambiente  
Licenciatura en Biología

Informe final del servicio social para  
Obtener el título de licenciada en Biología

Aplicación de técnicas desadherentes en el huevo de  
Carpa común (*Cyprinus carpio*) Una Revisión bibliográfica

QUE PRESENTA LA ALUMNA

**Sandra Aketzalli Padilla Neri**

**Matricula**

2142042511

**Asesora Interna**



**M. en C. Araceli Cortes García (30287)**

DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE  
LABORATORIO DE REPRODUCCIÓN, GENÉTICA Y SANIDAD ACUÍCOLA

## Resumen

El presente servicio social tuvo como objetivo realizar la búsqueda bibliográfica sobre las técnicas desadherentes en el huevo de Carpa común (*Cyprinus carpio*) del periodo 2010 al 2021. La búsqueda fue a nivel mundial con páginas especializadas como Bidi Uam, Sciencedirect, Elsevier, Scopus y Scielo. Además, con ayuda de un traductor se interpretaron los estudios de los diferentes idiomas, obteniendo 21 investigaciones.

Posteriormente los datos relevantes fueron agregados a diferentes tablas para una mejor comprensión. Obteniendo 10 familias de 14 especies y como métodos desadherentes sobresalieron el Ácido Tánico, Enzima Proteolítica Proteasa, Leche en Polvo y la Enzima proteasa quimotripsina. También, se encontraron 3 investigaciones de la especie *Cyprinus Carpio* los cuales mostraron una mayor tasa de eclosión en los tratamientos de Jugo de piña, Solución de Leche + Agua + Sal y el tratamiento control y finalmente, se propuso como técnica desadherente el látex producido por el fruto verde, *Ficus carica L.* (Higo) de la familia Moraceae, que contienen la enzima Ficina.

**Palabras claves:** Huevos, Carpa, Métodos de Desadherencia, *Cyprinus Carpio*, Enzimas.

# Índice

Marco Institucional .....	4
Introducción.....	5
Ubicación Geográfica.....	6
Objetivos.....	7
Especificación y fundamento de las actividades .....	7
Búsqueda Bibliográfica.....	8
Análisis de Información.....	27
Propuesta Técnica .....	46
Aprendizaje y Habilidades.....	48
Impacto de las Actividades .....	49
Conclusiones.....	49
Referencias.....	50

## Marco Institucional

En 1974 se inaugura la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco implementando el sistema modular, dicho en otras palabras, el sistema de enseñanza - aprendizaje, desde sus primeros años buscó cubrir las necesidades de la época en tres áreas de acción: la investigación como producción del conocimiento en función de objetivos sociales concretos; la docencia como comunicación y confrontación práctica de conocimientos; y finalmente, el servicio como aplicación social de tales conocimientos (Padilla-Arias, 2012).

Al finalizar los créditos teóricos, el alumno tiene que cubrir ciertos requisitos para obtener el título académico. Uno de estos es el Servicio Social, el cual ayuda a cumplir con el objetivo de establecer las nuevas relaciones entre la educación y las tareas universitarias de generación, transmisión, aplicación y difusión del conocimiento para la sociedad (UAM, 2012).

Por ello, para la Universidad Autónoma Metropolitana es de suma importancia fomentar y estimular la participación de sus alumnos en la solución de problemas sociales y de esta manera desarrollar una conciencia de responsabilidad y aplicación del conocimiento.

Las actividades relacionadas con la profesión son una opción para realizar el servicio social, por lo cual este estudio fue realizado de igual manera, con el objetivo de realizar una base de datos sobre técnicas de Desadherencia en huevos de carpa (*Cyprinus carpio*) y de esta manera promover y estimular la participación activa, así como tener la oportunidad de aplicar, verificar y evaluar los conocimientos acumulados y difundir las experiencias.

## Introducción

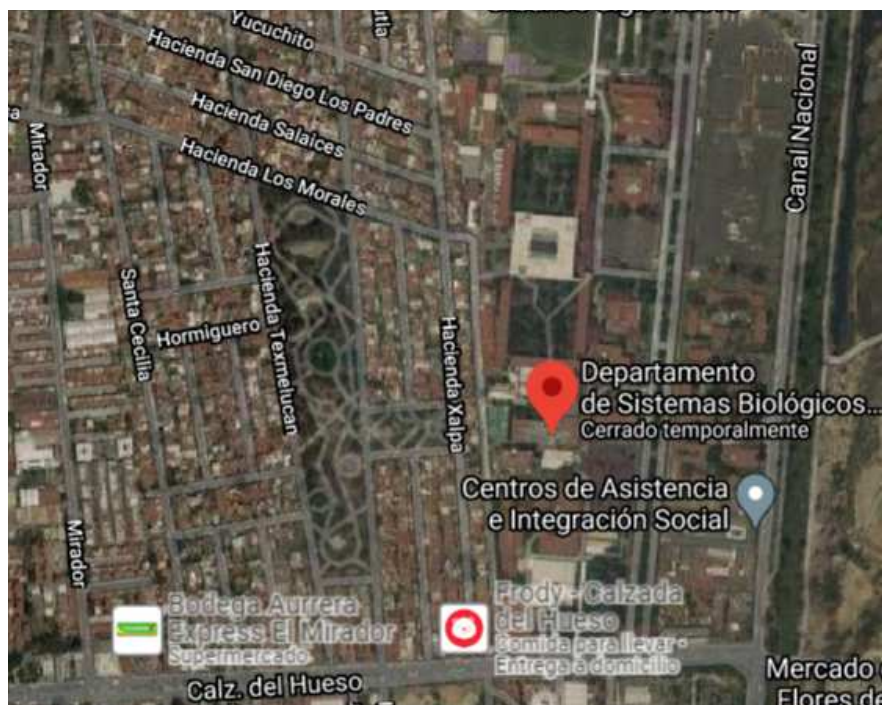
La humanidad enfrenta una demanda creciente de alimentos para la subalimentación de 1.300 millones de seres humanos y la producción de cualquier ser vivo en el medio acuático representa una de las principales o quizás, la más importante alternativa a estos retos de la población.

En México, la acuicultura se encuentra en crecimiento principalmente las especies de agua dulce donde destacan la tilapia, trucha, bagre y carpa (Platas & Vilaboas, 2014). Esta última tiene una larga historia, es una de las especies con mayor distribución artificial; adaptada y seleccionada bajo diferentes condiciones de cultivo (Cortés, 2010) y aunque los criaderos de carpas se pueden realizar de forma natural, semi- artificial y artificialmente, el desove natural tiene algunas deficiencias, como el limitado número de huevos obtenidos, debido a que depende de la temporada de desove de forma natural, la adherencia que toman los óvulos al tener contacto con el agua y otros factores fisicoquímicos, los cuales pueden superarse mediante la reproducción artificial. Sin embargo, las técnicas que se han utilizado desde hace décadas producen efectos secundarios afectando el embrión, por ello el interés de conocer alternativas naturales para contrarrestar los porcentajes de mortalidad (Maulidiyah *et al*, 2019).

La investigación inaugural sobre reproducción artificial se inició en 1950 (Linhart *et al.*, 2003). En los últimos años se han realizado diferentes técnicas para la desadherencia usando leche en polvo, solución de talco, arcilla, solución de ácido tánico o enzima alcalasa. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue establecer las técnicas de desadherencia aplicadas en el huevo de Carpa (*Cyprinus carpio*) así como determinar la técnica de desadherencia eficiente para incrementar la tasa de eclosión y proponer otras técnicas de desadherencia con referencia a la composición de las utilizadas, evaluando la factibilidad de las técnicas para los productores de carpa.

## Ubicación geográfica del proyecto

Debido a la pandemia que se vive hasta el día de hoy, el presente trabajo se llevó a cabo mediante la búsqueda referencial desde casa y con el apoyo asesorado de la Maestra Araceli Cortes García perteneciente al Laboratorio de Reproducción, Genética y Sanidad Acuícola ubicado en el edificio W laboratorio 210 de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco, Ciudad de México (Google Maps, 2021).

## **Objetivo General**

Establecer las técnicas de desadherencia aplicadas en el huevo de Carpa (*Cyprinus carpio*).

## **Objetivos Particulares**

- Determinar la técnica de desadherencia eficiente para incrementar la tasa de eclosión.
- Proponer otras técnicas de desadherencia con referencia a la composición de las utilizadas.
- Evaluar la factibilidad de las técnicas para los productores de carpa.

## **Especificación y fundamentos de las actividades**

En la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco los estudiantes obtenemos las habilidades, competencias y conocimientos que permiten participar en actividades científicas para desarrollar y evaluar, con una perspectiva multidisciplinaria, las estrategias de manejo de los recursos naturales con base en metodologías propias de las Ciencias Biológicas.

Al realizar el presente servicio se estimuló la participación activa, además de tener la oportunidad de aplicar, verificar y evaluar los conocimientos acumulados y poder difundir las experiencias obtenidas.

Para ello, se requirió de una actitud crítica de los fenómenos a través del manejo del método científico, mediante la identificación de problemas para posteriormente desarrollar una estrategia o método de desadherencia viable tomando en cuenta la facilidad de encontrar el producto, su economía y que se obtuviera de forma natural. Se investigaron los diferentes métodos de desadherencia, además de conocer el método más exitoso para obtener mayor porcentaje de huevos eclosionados en la Carpa Común (*Cyprinus carpio*), dicho trabajo tuvo una duración de seis meses, que comprendió del mes de Mayo a Noviembre del presente año.

Cada una de las actividades fue realizada y fundamentada conforme al cronograma en tiempo y forma, descrito a continuación:

- **Búsqueda Bibliográfica**

Se realizó una búsqueda a nivel mundial sobre los métodos de desadherencia de la carpa y otras especies de peces en granjas acuícolas, con ayuda de un traductor se interpretaron los estudios de otros países.

La búsqueda se realizó en páginas especializadas como Bidi Uam, Sciencedirect, Elsevier, Scopus y Scielo, dicha búsqueda tuvo un rango de artículos publicados del 2010 al 2021, encontrando 21 investigaciones con origen en México, República Checa, Polonia, Brasil, Estados Unidos, Hungría, Indonesia, Irán, Japón, Lituania, Malasia, Nigeria y Reino Unido, los cuales fueron descritos uno por uno, como se muestra a continuación:

**Estrada-Godínez et al. (2021)** evaluaron el efecto del ácido tánico y las proteasas para eliminar la capa adherente de los huevos fecundados de bagre asiático (*Pangasianodon hypophthalmus*), con el objetivo de mejorar las condiciones de incubación. Se utilizó ácido tánico a  $0.5 \text{ g/L}^{-1}$  por 5 min, proteasa a  $5 \text{ ml/L}^{-1}$  por 8 min y un grupo control sin la adición de ningún químico. Todos los tratamientos fueron incubados a  $26 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Después de aplicar los tratamientos, los huevos fueron lavados tres veces. De cada tratamiento se tomaron muestras de 850 huevos, las cuales fueron puestas en frascos de cristal de 1 L. Después de 24 horas se estimó el porcentaje de eclosión con la finalidad de evaluar el efecto de los tratamientos de desgomado de huevos fecundados, de las temperaturas de incubación y de su interacción sobre el porcentaje de eclosión, se realizó un análisis de varianza de dos vías con prueba de Holm-Sidak para verificar las diferencias significativas entre los tratamientos. Los huevos tratados con proteasa no eclosionaron a ninguna temperatura de incubación, mientras que los tratados con ácido tánico incubados a  $26 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  tuvieron porcentajes de eclosión mayor al 60%, a  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  se obtuvieron los porcentajes de eclosión más altos ( $84.7 \pm 1.3\%$ ). Los huevos del grupo control presentaron los porcentajes de eclosión de  $14.2 \pm 0.6\%$  cuando fueron incubados a  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ . Se



concluyó que los resultados mostraron una significativa interacción entre el tipo de desgomado y la temperatura de incubación, indicando que el ácido tánico produce el mejor porcentaje de eclosión a los 28 °C.

**Maulidiyah et al. (2019)** realizaron un estudio sobre carpa común (*Cyprinus carpio*) con el objetivo de determinar el tiempo óptimo de inmersión de los huevos en solución tanino y su efecto hacia el grado de adherencia y eclosión. Este estudio se estructuró en 3 etapas, primero con la obtención de las carpas a reproducir, segundo, la fertilización de óvulos y tercero, el estudio experimental, donde se dividieron los tratamientos en tres grupos: Tratamiento control (un grupo control sin la adición de ningún químico); 0.5 g de solución tanino durante 120 s; 0.5 g de solución de tanino durante 180 s. Los resultados se obtuvieron mediante la observación de la adhesión de los huevos y calculando el número de huevos que se agruparon. Los datos adquiridos se analizaron mediante pruebas ANOVA para encontrar diferencias entre los grupos.

Los valores medios de la adhesión del huevo de carpa obtuvieron  $52,20 \pm 2,44$  para tratamiento control,  $49,43 \pm 3,30$  en solución tanino a 120 s y  $48,87 \pm 2,79$  para la solución de tanino a 180 s, por lo cual no hubo diferencia significativa para la adhesión de huevos de carpa ( $p > 0,05$ ), sin embargo, el grado de eclosión del huevo de carpa fue de 74,66% (tratamiento control),  $28,76 \pm 1,86$  (solución tánica a 120 s) y  $31,63 \pm 2,54$  para las solución tánica a 180 s lo cual, muestra que fueron significativamente diferente entre los grupos ( $p < 0,05$ ). Concluyendo que la inmersión de los huevos en soluciones de tanino no fue capaz de eliminar las propiedades adhesivas de huevos además de no obtener el tiempo óptimo de inmersión en solución tánica.

**Pšenička (2018)** realizó un estudio sobre la desadhesión rápida de los huevos de Lucio del Norte (*Esox lucius*), el objetivo fue evaluar la eficacia y seguridad del hipoclorito de sodio para eliminar la pegajosidad de los huevos. La investigación se dividió en dos métodos, primero, se estudió el hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones acuosas (0,000 - 0.010 - 0.020 - 0.030 - 0.040 - 0.050 - 0.075 - 0.100 - 0.3000) durante 40 s, lavando los huevos con agua y colocándolos en cajas

petri, después de 30 min de exposición, se evaluó la pegajosidad y el daño de los huevos.

Los resultados arrojaron que el hipoclorito de sodio de 0.025 - 0.05% durante 40s eliminó efectivamente la pegajosidad sin efectos adversos. Los huevos tratados con 0.01% HS mostraron poca pegajosidad de  $35.7 \pm 17.6$ , mientras que el daño se observó en concentraciones mayores a 0.075% con un daño de  $1.9 \pm 3.2$  hasta  $100.0 \pm 0.0$  % a una concentración de 0.3000. Un segundo ensayo comparó la eliminación de la pegajosidad del huevo de Lucio utilizando: solución de hipoclorito de sodio a 0.03% SH (concentración efectiva en la primera prueba) durante 40 s; leche durante 60 min; arcilla con 40 min y tratamiento control, después de la exposición, los huevos se lavaron con agua y se incubaron en cajas Petri a 10 °C. La tasa de eclosión se obtuvo a las 4 h y 15 días después de la fertilización y las diferencias entre los grupos se evaluaron mediante ANOVA en Statistica v. 12.

Los tratamientos de HS, arcilla, control y leche mostraron tasas de fertilización similares a  $62.7 \pm 6.4$ ;  $66.8 \pm 9.0$ ;  $68.2 \pm 5.3$  y  $58.2 \pm 4.5$  así como, una tasa de eclosión de  $50.9 \pm 9.2$ ;  $46.8 \pm 11.0$ ;  $53.3 \pm 16.0$  y  $37.0 \pm 12.5$  respectivamente, mostrando que las pruebas con técnicas convencionales de incubación en criaderos no revelaron diferencias en las tasas de fertilización, mientras que el número de larvas eclosionadas fue significativamente mayor en los huevos tratados con hipoclorito de sodio que en arcilla. Los huevos tratados con hipoclorito de sodio retuvieron la transparencia, concluyendo que la desadhesión de los huevos de lucio del norte es rápida, sencilla y rentable, usando cloruro de sodio. La concentración recomendada de SH es 0.03% con una exposición de 40 s. El método es aplicable sólo en especies con huevos grandes, como el esturión y el lucio.

**Figueiredo-Arik et al. (2017)** realizaron un estudio llamado, neutralización de adhesividad en huevos de Bagre Rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) con el objetivo de eliminar la adhesividad de los huevos utilizando soluciones de urea (solución de Woynarovich) a diferentes concentraciones. El estudio consistió en dos experimentos, el primero durante 10, 30, 60 y 90 min se agregaron 30 g de urea + 40 g de cloruro de sodio disuelto en 10 L de agua (tratamientos T0-T3) y 30 g de urea + 40 g de cloruro de sodio + 5 g de ácido tánico (T4) además del tratamiento

control (C) sin la adición de ningún químico. Por otro lado, el segundo experimento contó con los mismos tratamientos, más un método nuevo (T0) utilizando la solución de urea durante la fertilización e hidratando durante 10 min (en lugar de agua como en C).

La eliminación de la adhesividad se evaluó mediante estimación visual de los huevos y la disposición en cada tratamiento (huevos adheridos y no adheridos) este método visual subjetivo se utilizó para evitar mayores tasas de mortalidad por manipulación prematura. Los tratamientos T1, T2 y T3 mostraron una FR media ( $86,80 \pm 2,72\%$ ,  $91,97 \pm 1,54\%$  y  $90,17 \pm 3,16\%$ , respectivamente) similar al TC ( $92,77 \pm 2,14\%$ ). La FR media ( $57,90 \pm 5,32\%$ ) de T4 (solución tánica) fue menor que el T0 (tratamiento control). Mostrando que el grupo de control, presentó las mejores tasas de viabilidad embrionaria, incluso manteniendo la adhesividad del huevo, siendo mejor que los otros tratamientos. El T4, tuvo las peores tasas de viabilidad embrionaria, se observó que los embriones del tratamiento presentaron un crecimiento reducido. Concluyendo que el grupo control, libre de productos químicos, proporciona mejores resultados y se consideró la mejor alternativa para la conservación inmediata y producción acuícola de *Pseudoplatystoma fasciatum*.

**Kareem et al. (2017)** estudiaron el efecto de diferentes métodos de fertilización y desadhesión de huevos del bagre africano (*Clarias gariepinus*) con el objetivo de determinar la concentración óptima y tiempo de enjuague. Los tratamientos que se ocuparon fueron leche en polvo (LP), urea (UR) y ácido tánico (AT).

Se utilizaron peces adultos de bagre africano del mismo linaje para la reproducción inducida siguiendo el procedimiento estándar. Se enjuagaron cuatrocientos huevos fertilizados cada uno en los tres medios diferentes a diferentes concentraciones y exposición de tiempo, usando dos métodos de fertilización diferentes (secos y húmedos). Los huevos fertilizados se dividieron en los tres métodos mencionados y se volvieron a dividir en diferentes medios de concentración, diferentes tiempos (1, 5 y 10 min) y métodos de fertilización (secos y húmedos). La eficacia del tratamiento se evaluó comparando el porcentaje de huevos antiadherentes, fertilización, eclosión y tasa de supervivencia en los grupos de tratamiento y el control. Los datos fueron sometidos a un modelo lineal general multivariado y pruebas de rango

múltiple de Duncan en  $\alpha$  0.05. Los resultados mostraron que bajo la fertilización húmeda los huevos expuestos a 10 g (LP) con 20 minutos de dosis, dieron el mayor número de huevos libres (87,50%) mientras que 6 g (UR) a 5 minutos registraron la menor (27,09%). Por otro lado, en el método seco, se mostró que 14 g de leche con 20 minutos de solución, registraron el mayor número de huevos libres (90,00%) mientras que la menor (47,50%) se registró en 6 g de urea en un minuto. Además, el número de crías para leche fue de 53,26%, mientras que la urea fue de 33,24% y 13,13% para el ácido tánico. La tasa de supervivencia fue alta en todos los tratamientos excepto en 1,5 g de Ácido Tánico. Concluyendo que los huevos tratados con solución de (LP) se desempeñaron mejor en la remoción de adhesividad, mayor porcentaje de fertilización y tasa de eclosión.

**Ljubobratović et al. (2017)** realizaron la comparación de tres métodos para la eliminación de la adhesividad en los huevos de lucio (*Sander lucioperca*). El estudio comenzó dividiendo los huevos en tres lotes, los cuales fueron fertilizados para el tratamiento y posteriormente se agregó uno de los tres tratamientos (ácido tánico, enzima proteasa y leche).

Para el ácido tánico (T): Los huevos se mezclaron en agua del criadero durante 30 minutos, cambiando el agua cada cinco minutos. Después de 30 minutos, se aplicó 750 mg/1 L de ácido tánico dos veces durante 30 s (los huevos se lavaron antes y después del tratamiento). En el caso de la Enzima (E), se agregó 0,5 ml/1 L de enzima proteasa a los huevos previamente lavados con un tiempo de exposición de dos minutos. El tratamiento de Leche (M), fue tratado con solución de leche al 3,5% de grasa diluido en 7 L de agua de incubación durante 60 minutos, cambiando la solución cada 20 minutos.

Una vez finalizado el procedimiento de desadhesión, cada lote de huevos fue colocado en una jarra zug de 7 L, y se tomó una muestra de cien huevos, tomados de cada frasco para determinar la supervivencia del embrión mediante la observación microscópica después de tres horas las larvas recién nacidas, se contaron y recolectaron para evaluar la eclosión, como resultado, el tratamiento con ácido tánico dio lugar a una eclosión deficiente ( $2,5 \pm 0,5\%$ ), significativamente más baja que la otros tratamientos (enzima con  $75,5 \pm 19,3\%$  y leche con  $72,3 \pm 28,8\%$ ).

concluyendo que las enzimas fueron el método más prometedor para uso comercial de *Lucioperca*, mientras que el ácido tánico fue bastante dependiente del agua y el uso de leche pareció ser impráctico.

**Žibienè et al. (2017)** compararon ácido tánico y leche para eliminar la adherencia del huevo de carpa (*Cyprinus carpio*), con el objetivo de aplicar e investigar la mejora de la fertilización y eclosión de los huevos. Se utilizaron 24 hembras y 20 machos para la incubación, ocupando hormonas para la madurez simultánea de los huevos. Las hembras se inyectaron dos veces durante un intervalo de doce horas; los machos fueron inyectados una vez, al mismo tiempo que las hembras recibieron la segunda inyección. Durante la incubación, se preparó la solución de leche, basándose en 1 L de leche + 7 L de agua + 50 g de NaCl y la solución de ácido tánico con 7 g + 5 L de leche.

Los resultados mostraron que durante el proceso de incubación, se fertilizaron 3,7 millones de huevos; de ellos, 1,6 millones se eliminaron de la adhesividad por la solución de leche, por solución tánica. Es probable que las condiciones ambientales desfavorables influyeron en la baja vitalidad de los huevos con 750 000 (47%) larvas que nacieron de huevos tratados con solución de leche, mientras que 800 000 (38%) de larvas nacieron de huevos tratados con solución tánica.

Concluyendo que el nivel de efectividad de la cría de carpa fue determinado por condiciones ambientales, no aptas para la cría de carpas (baja temperatura del agua), el porcentaje de eclosión de larvas de carpa (38%) usando una solución de ácido tánico para eliminar la adherencia del huevo fue menor que utilizando la solución habitual de leche + sal + agua (47%), debido a la inmersión prolongada en la solución de ácido tánico, además el uso de una solución de ácido tánico para eliminar la adherencia del huevo acorta la duración del procedimiento de fertilización del huevo de carpa de una hora a diez minutos o menos, sin embargo el uso exitoso de la solución de ácido tánico para eliminar la adherencia del huevo depende de la concentración de la solución, y duración de la inmersión del huevo.

**Grant et al. (2016)** realizaron un estudio para eliminar la capa adherente de los huevos napoleón (*Labrus bergylta*) con diferentes métodos de desadherencia, el objetivo fue encontrar un método eficaz para eliminar la adhesividad in vitro.

Se comenzó con la fertilización de los huevos obtenidos de 17 hembra y 2 machos adultos, los huevos fueron utilizados en cuatro tratamientos y concentraciones diferentes: Ácido tánico (0.2, 0.1 y 0.05 %), Sulfito de sodio (2, 1 y 0.5 %), L-cisteína (2 y 1 %) y Enzima alcalasa (4.0, 3.0, 2.0, 1.0 y 0.5 %). Después, los huevos fueron asignados a cajas petri para adherirse durante 1 min y el contenido de cada placa de petri se vertió en un tamiz, después el número de huevos dentro del tamiz que quedaron adheridos a la caja fueron contados para constituir el porcentaje de huevos con desadherencia.

Los resultados de las pruebas de detección indicaron que la enzima alcalasa fue el único tratamiento que liberó huevos adheridos de manera eficaz ( $\geq 69\%$ ), Por otro lado, el desgomado completo ocurrió entre los 15 y 30 min para todas las tasas de dosis de la enzima alcalasa. Las tasas medias de eclosión de huevos tratados con enzima alcalasa no se vieron comprometidas por el tratamiento y en la dosis más alta se encontró en huevos tratados ( $78,9 \pm 2,4\%$ ) que en el método control ( $71,3 \pm 3,3\%$ ). Finalmente, se descubrió que las soluciones de sulfito de sodio, ácido tánico y L- cisteína (en todas las concentraciones) no tuvieron éxito en desgomar los huevos durante los 25 minutos de exposición con no más de  $13,5 \pm 7,2\%$  en la tasa de desgomado para cualquiera de los productos químicos probados.

**Pšenička (2016)** realizó un estudio para eliminar la adherencia del huevo de esturión (*Acipenser ruthenus*) con el objetivo de evaluar el uso de hipoclorito de sodio, arcilla, ácido tánico y método de Kowtal. Se comenzó fertilizando 50 g de huevos con 0,5 ml de esperma, los huevos fertilizados se vertieron en un colador y luego se colocaron en un recipiente con 50 ml de solución de HS al 0.03% durante 40 s después los huevos se colaron y se lavaron tres veces en 100 ml de agua de incubación, el mismo procedimiento se aplicó al tratamiento de arcilla durante 45 min. La técnica de hipoclorito de sodio se comparó con sustrato de arcilla; solución de ácido tánico al 0,04%; método kowtal (NaCl, urea y ácido tánico); y un grupo

control. Los huevos se colocaron en Placas Petri y se incubaron a 15 °C con cambio de agua diariamente.

Los resultados no mostraron diferencias significativas en la tasa de fertilización y eclosión entre el tratamiento de SH y los métodos de desadhesión de huevo en arcilla, ácido tánico y método de Kowtal. Además, se probó hipoclorito de sodio (SH) a diferentes concentraciones y tiempos de exposición en huevos de *Acipenser ruthenus*. El tratamiento de hipoclorito de sodio con 0.03% durante 40s eliminó efectivamente la pegajosidad sin dañar los huevos, el desarrollo del embrión o la eclosión en comparación con otros métodos de desadhesión (arcilla; NaCl, urea y ácido tánico). Concluyendo que el tratamiento con SH es un método rápido, simple y económico para la desadhesión de los huevos de esturión.

**Hosseini & Hossein (2015)** realizaron un estudio para comparar la eficiencia del ácido tánico y la suspensión de arcilla para la desadherencia de huevos Beluga (*Huso huso*), con el objetivo de conseguir las tasas de fertilización, eclosión y supervivencia de los alevines. Para comenzar el estudio, se obtuvieron tres hembras y seis machos adultos para la fertilización de los huevos y lecha, por medio de la inducción de la hormona luteinizante, posteriormente se dividieron los huevos en dos grupos. En el primer grupo, se agregó ácido tánico (0.625 g / 1.25 L) y en el segundo se utilizó suspensión de arcilla como grupo control, después del tratamiento los huevos se lavaron con agua fresca y se colocaron en incubadoras Yushchenko. Para calcular el porcentaje de fertilización, se sumó el número de huevos fertilizados entre el total de huevos multiplicado por cien y el porcentaje de eclosión se calculó contando el número de huevos eclosionados entre el total de huevos fertilizados multiplicado por cien. Los resultados mostraron que el período de lavado para el tratamiento de ácido tánico fue de 1:30 min y 45 min para el control. Además, el porcentaje de fertilización, eclosión y supervivencia de los alevines fue más alto para los huevos tratados con ácido tánico en comparación con los huevos tratados con arcilla. Concluyendo, que la eficiencia del ácido tánico para la eliminación de la capa gelatinosa de los huevos de Beluga fue más alta que la suspensión de arcilla debido a que ahorra tiempo y dinero. Este resultado pudo

deberse a un mayor daño de los huevos por las partículas duras de arcilla durante el procedimiento de desadhesión del huevo

**Kristan et al. (2015)** evaluaron la eficacia de la enzima alcalasa en diferentes concentraciones con el objetivo de eliminar la adherencia de los huevos *Sander lucioperca*. La investigación comenzó obteniendo los huevos fertilizados, para ser tratados con alcalasa a 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 5.0 ml / 1 L durante 2 min, y un tratamiento control con 5 ml de leche en polvo + 100 g de talco, para el cálculo de la fertilización y la tasa de eclosión fueron contados los huevos muertos y las larvas eclosionadas, para el análisis estadístico se utilizó Statistica, además, se realizó una prueba de comparación múltiple de LSD aplicado para identificar tratamientos que fueron significativos.

Los resultados mostraron una tasa de eclosión alta, aunque no significativa, en el tratamiento de 1,5 ml de alcalasa con 85,4% pero las tasas de eclosión fueron similares en 0,5, 1,0 y 2,0 ml y las tasas de eclosión fueron significativamente más bajas en los grupos tratados con 5,0 ml de enzima alcalasa (56,4%) en comparación con los grupos tratados con leche en polvo y talco (61,3%). Cabe mencionar que se observó una eliminación completa de la adhesividad en los tratamientos con 1,5 y 2 ml de enzima alcalasa, además de una duración de incubación significativamente menor en comparación al tratamiento con leche y talco. Concluyendo que la aplicación de la enzima alcalasa se puede utilizar con éxito para la eliminación de pegajosidad del huevo de *lucioperca*, ya que requiere considerablemente menos tiempo que otros métodos.

**Zarski et al., 2015** analizaron el proceso de hinchazón del huevo *lucioperca* (*Sander lucioperca*), aplicando ácido tánico para eliminar la pegajosidad del huevo en diferentes momentos del proceso de hinchamiento. Primero, se observó el proceso de hinchazón del huevo y se determinó el efecto de la temperatura (12, 14 y 16 °C) sobre la tasa de hinchamiento del huevo. Para después sumergir los huevos en solución de tanino con 0,75 g / 1 L de agua, con tiempos de incubación de 0,5, 1, 2 y 5 min, así como esperar 5, 10, 15, 20, 25 y 30 min para la activación de los gametos.



Los resultados mostraron que la tasa de supervivencia (91,2-92,4%) se registró para 2 y 5 min de inmersión de ácido tánico a 30 min después de la activación. La aplicación del tiempo más corto de inmersión (0,5 y 1 min) 5, 10, 15 y 20 min después de la activación resultó en mortalidad embrionaria hasta el día 10 de incubación. La aplicación de inmersión más largas fue en 2 y 5 min de solución de tanino y dio como resultado una superficie significativamente con mejor tasa de supervivencia (43,1-59,9%), aunque menor que en los grupos con 1, 2 y 5 min de inmersión en una solución de tanino 25 min después de la activación. Por otro lado, la aplicación de 0,5 min inmersión después del mismo período resultó en más del 80% de supervivencia embrionaria. La aplicación de inmersiones de 0,5, 1 y 2 min. 30 min después de la fertilización resultó en la mayor tasa de eclosión (87,4–94,9%). En grupos sometidos a una inmersión de 5 min, la tasa de eclosión fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) y fue comparable ( $p > 0.05$ ) a la obtenida después de 1 min inmersión 25 min después de la fertilización.

Concluyendo que el proceso de hinchamiento del huevo de lucio (*Lucioperca*) dura 30 minutos y se encontró que la temperatura no afecta la duración del proceso, también se demostró que el mejor resultado de ácido tánico fue obtenido de los grupos de huevos sumergidos durante 1 y 2 min (86,5% y 80,5% respectivamente) 30 minutos después de la activación del gameto demostrando que es eficaz aplicar ácido tánico en la eliminación de la pegajosidad de los huevos ya que aumenta la eclosión de los huevos.

**Muchlisin et al. (2014)** evaluaron los efectos de la leche en polvo como tratamiento para la adhesividad y fertilización de huevos de bagre africano (*Clarias gariepinus*) con el objetivo de determinar la concentración óptima, el tiempo de enjuague y el efecto de fertilidad. Los huevos fertilizados se obtuvieron de 2 hembras y 3 machos donantes y fueron divididos en cuatro grupos diferentes de leche en polvo (10 g / 1 L, 12 g / 1 L, 14 / 1 L y 16 / 1 L) además del tratamiento control en cual contenía 1 g de NaCl de agua sin leche, cada concentración de solución de leche se enjugó en tres momentos diferentes, es decir, 10, 20 y 25 min antes de ser incubados.

Para evaluar la desadherencia de los huevos ( $R_r$ ) se calculó como el número de huevos no pegajosos ( $R_1$ ) a partir del número inicial de huevos ( $R_2$ ) de la

siguiente manera:  $R_r = R_1 / R_2 \times 100$  y el porcentaje de la tasa de fertilización ( $F_r$ ) se calculó como el número de huevos fertilizados ( $F_2$ ) del número inicial de huevos incubados ( $F_1$ ) como sigue:  $F_r = F_2 / F_1 \times 100$ . La tasa de eclosión se calculó como el número de huevos eclosionados ( $H_3$ ) dividido por el número de huevos fertilizados ( $F_2$ ) de la siguiente manera:  $H_r = F_3 / F_2$ . Los datos brutos se probaron mediante un modelo lineal general multivariado para examinar el efecto principal de las concentraciones de leche en diferentes momentos, así como la interacción sobre tasas libres, fertilizadas y de eclosión. Las pruebas de rango múltiple de Duncan se utilizaron para determinar si hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Los resultados revelaron que 14 g de leche en polvo + 1 g de NaCl L<sup>-1</sup> dieron el mayor cantidad de huevos no pegajosos (79,27%), pero no fue significativamente diferente con otros tratamientos ( $p > 0.05$ ) excepto para 0 g de leche en polvo + 1 g de NaCl L<sup>-1</sup> (49.28%). La tasa de fertilización fue mayor en 12 g de leche en polvo + 1 g de NaCl, pero no fue significativamente diferente con otro tratamiento. El tiempo de enjuague mostró que la tasa de huevos no pegajosos aumentó con aumento del tiempo de aclarado. La tasa más alta de huevos no pegajosos se encontró a los 25 minutos (70,24%). Sin embargo, este valor no fue significativamente diferente a otros tratamientos. ( $p > 0,05$ ). La tasa de fertilización más alta se encontró a los 20 minutos (86,90%), pero no fue significativamente diferente a otros tratamientos. Los efectos de la interacción entre agentes de enjuague y tiempos de enjuague para huevos no pegajosos y tasa de fertilización fueron mayores a 14 g de leche en polvo con 15 minutos de tiempo de enjuague, 16 g de leche en polvo con 20 minutos de enjuague y 0 g de leche en polvo con 15 minutos de enjuague, respectivamente. Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre los valores de huevos pegajosos, concluyendo que la concentración de 14 g de leche en polvo + 1 g de NaCl con 25 minutos de tiempo de enjuague es una concentración óptima y tiempo de enjuague para huevos de bagre africano.

**Ashraf et al. (2013)** evaluaron la desadherencia de los huevos del bagre africano (*Clarias gariepinus*) con diferentes concentraciones de solución de urea con el objetivo de determinar la mejor concentración.

En este experimento, se utilizaron cuatro concentraciones diferentes de solución de enjuague que constaba de 2, 4, 6 y 8 g de urea diluida además de un tratamiento control (sin urea) con 4 g de NaCl / 1 L de agua, los huevos se enjuagaron con las soluciones en diferentes duraciones (1, 5 y 10 min), como resultado la fertilización y las tasas de eclosión aumentaron y alcanzaron su punto máximo desde el control (0 mm de urea a 0.466 mm de urea) y disminuyeron cuando la concentración de urea se incrementó a 0,973 mm de urea y 1,458 mm de urea, luego aumentó de nuevo a 1,946 mm de urea, pero estos valores fueron inferiores a los de urea 0,486 mm. Por lo tanto, la mejor concentración para las tasas de fertilización y eclosión, fueron 0,486 de urea, Sin embargo, 0,973 mm de urea fue óptima para reducir la aglutinación de huevos.

Concluyendo que la concentración de 2 g de urea + 4 g de NaCl/L de solución (0.486 mm urea) con un tiempo de enjuague de un minuto dio las mayores tasas de fertilización, eclosión y la menor tasa de aglutinación. Sin embargo el método con 0,973 mm de urea fue óptimo para reducir la aglutinación de huevos.

**Rodríguez-Ibarra et al. (2013)** realizaron un estudio sobre el efecto de la eliminación de la capa adherente de los huevos botete diana (*Spherooides annulatus*) utilizando enzima proteolítica proteasa (EPP) y jugo de piña (JP) con el objetivo de evaluar la eclosión, supervivencia y crecimiento de las larvas. Se llevaron a cabo los siguientes tratamientos para desgomar los huevos: tratamiento con enzima proteolítica proteasa (EPP) con 5 ml durante 8 min; tratamiento con jugo de piña (JP) al 1% durante 3 min y posteriormente la eliminación de esta solución, agregando jugo durante 3 min y finalmente huevos sin tratamiento o tratamiento control (C). Mediante fórmulas matemáticas se evaluó la fertilización en las primeras 3 h y a las 60 h de eclosión, las larvas recién eclosionadas de cada tratamiento fueron transferidas a estanques para realizar la larvicultura. Se llevó a cabo la técnica de agua verde y se modificaron las temperaturas, salinidad, fotoperiodo, recambio de agua y flujo de aire de acuerdo a la etapa en la que se encontraba el

cultivo larvario, durante este tiempo se realizaron biometrías a las larvas y se determinó la supervivencia.

Los resultados de eclosión, supervivencia y crecimiento, fueron evaluados mediante un análisis de varianza de una vía, obteniendo como resultado un mayor porcentaje de eclosión con EPP ( $93.03 \pm 3.01\%$ ) y el menor con JP ( $80.97 \pm 3.97\%$ ). La tasa de supervivencia más alta se obtuvo con EPP ( $19,34 \pm 1,98\%$ ) y se encontraron diferencias estadísticamente significativas. La eliminación de huevos tratados con JP dio un bajo porcentaje de eclosión debido a la lectura de 4 pH de la piña produciendo menos organismos, se obtuvo una mayor tasa de crecimiento. Por lo tanto, concluyeron que la eliminación de la capa adhesiva del huevo no afecta el crecimiento y la supervivencia de las larvas y al eliminar la capa adherente de los huevos de *S. annulatus*, no afecta el crecimiento y supervivencia de las larvas. Además se determinó que la optimización de los protocolos de cultivo del botete diana, favorece la eclosión, obteniendo porcentajes de supervivencia. Por lo tanto, se recomienda el uso de la enzima proteolítica proteasa para eliminar la adherencia de los huevos y para el cultivo larvario del botete diana.

**Feledi et al. (2011)** realizaron un estudio de los diferentes métodos de fertilización y desadhesión de huevos en la reproducción artificial del esturión siberiano (*Acipenser baerii*), los peces que se ocuparon para la obtención de huevos fueron inyectados intramuscularmente con la hormona liberadora de gonadotropinas para después fertilizar los huevos con lecha de todos los machos, diluido en agua en una proporción de 1: 200, al lograr la fertilización los huevos se dividieron en dos grupos (huevos enjuagados y sin enjuagar), y posteriormente se agregaron sustancias de desadhesión (solución de leche, almidón y soluciones de urea-NaCl-ácido tánico) obteniendo la tasa de fertilización y eclosión de huevos en la reproducción artificial del esturión siberiano.

Los tres métodos empleados fueron: solución de leche (M), suspensión de almidón (S) y productos químicos (C). En el tratamiento de (M) se añadieron 7 L de agua a 1 L de leche con un contenido de grasa del 3,5%. La suspensión (S) se preparó dispersando 5,0 kg fécula de patata en 10 L de agua. En el tratamiento (C), se disolvieron 40 g de NaCl y 160 g de urea en 10 L de agua y 0,25 ppt de solución de

ácido tánico. Los huevos se incubaron en frascos zuger de 8 L y se recopiló una muestra de huevos al azar (200-300 huevos) para determinar las porciones de huevos fertilizados, las larvas eclosionadas se recogieron y se contaron en intervalos de una hora determinando el éxito de la eclosión por la proporción de larvas eclosionadas de los huevos fertilizados. Los resultados demostraron que se requirió de unos 40 min para (M) y (C) y 60 min en (S) para obtener la eliminación de la adhesividad de los huevo por lo cual, La tasa de eclosión fue generalmente más alta para los métodos donde se enjuagaron los huevo del fluido celómico. Se concluyó que enjuagar los huevos de esturión siberiano antes de agregar alguna sustancia de desadherencia mejora la tasa de fertilización y desadhesión con leche o urea-NaCl y tánico ácido, además de conseguirlo en menor tiempo, resultados de mayor porcentajes de eclosión que los obtenidos con almidón, aunque no significativamente. Por último, el método con leche obtuvo mayor éxito en la desadhesión, tasa de fertilización, eclosión y tiempo. La eclosión más corta y sincrónica se logró con tratamientos con leche seguidos de almidón y productos químicos. Concluyendo que enjuagar los huevos antes de la fertilización es recomendado cuando es abundante y viscoso el fluido celómico, la desadhesión con leche, o ácido urea-NaCl-tánico resultó en un mayor tiempo, aunque no significativamente, al porcentaje de eclosión con almidón además la desadhesión con leche aseguro la sincrónica y más corta tasa de eclosión.

**Cortés (2010)** evaluó diferentes tratamientos para eliminar la adhesividad utilizando jugo de piña, talco, solución salina y leche, comparándolos con el control a base de casuarina. Para cada tratamiento se utilizaron 20 g de huevos de una hembra que fueron fecundados con 200 µl de semen provenientes. Durante los experimentos se registró la duración del desarrollo embrionario, eclosión, el número total de alevines, temperatura y flujo del agua. De los resultados obtenidos el tratamiento con jugo de piña al 1% fue diferente significativamente ( $p=0.000007$ ) con relación al resto de los tratamientos y el mejor por sobrevivencia (72.04%), por el menor tiempo de exposición y de duración del desarrollo embrionario, así como, bajo costo; seguido por los tratamientos de leche y talco que obtuvieron 43.77 y 40.35% respectivamente de sobrevivencia. La temperatura fue constante a 21 °C para todos los tratamientos, con relación al flujo del agua osciló entre (0.422 a 1.128 L/min) el

cual no determina la eclosión en cuanto al número de alevines. Concluyendo que los tratamientos desadherentes de jugo de piña, leche y talco fueron significativamente diferentes del control y superaron con mucho el número de alevines, aunque el tratamiento con piña reportó diferencias significativas con relación a los otros, por lo que se considera el mejor tratamiento de desadherencia.

**Kujawa et al. (2010)** evaluaron el efecto de diferentes concentraciones de taninos de Tenca (*Tinca tinca*) con el objetivo de obtener el tiempo adecuado para la eclosión del huevo. Se obtuvieron 11 hembras, las cuales se fertilizaron con lecha de 7 machos para después enjuagar los huevos durante 1 h en solución de Woynarovich (40 g de urea + 30 g de NaCl / 10 dm<sup>3</sup> de agua). Después, los huevos fertilizados se agruparon en tres soluciones de taninos al 0,05, 0,1 o 0,15% durante 30, 60 y 90 s, para posteriormente ser transferidas a frascos Weiss donde se realizó la incubación a 25 °C. Los resultados mostraron que la solución de taninos de 0,05% durante 30 a 90 segundos y 0,1% durante 30 s permitió despegar eficazmente los huevos obteniendo un porcentaje muy alto de larvas eclosionadas. Al extender el tiempo de enjuague de los huevos a 60 s en soluciones de 0.10 y 0.15% mostró una alta mortalidad de los embriones durante la eclosión debido a que los huevos se endurecieron.

**Mizuno et al. (2010)** examinaron los efectos de tratamiento con suspensión de Caolín y polvo de cáscara de vieira sin hornear (SSP) con el objetivo de eliminar la adherencia del huevo para obtener la tasa de eclosión y calidad larvaria en los huevos de *Hypomesus nipponensis*. Se realizaron dos estudios, en el primero se utilizaron 5 hembras y 10 machos para la fertilización (Pequeña escala) y en el segundo se ocuparon 50 hembras y machos (Gran escala).

Pequeña escala: en siete placas acrílicas se agregó 1 ml de agua de manantial a 9 °C después de 10 s, al primer tratamiento no se aplicó ninguna sustancia y fue llamado tratamiento control, el segundo tratamiento se agregó 5 g/ L de suspensión de arcilla de caolín y para los siguientes tratamientos de les agregó 1, 5, 10, 20 y 50 g / L de SSP, todos los huevos se dividieron en adheridos y no adheridos. Los huevos que quedaron pegados al fondo de la placa se definieron como huevos adheridos, mientras que el resto se nombraron no adheridos y se colocaron en otra

placa. La tasa de eliminación de la adhesividad de los huevos para cada grupo de tratamiento se calculó de la siguiente manera: Tasa de eliminación de la adhesividad (%) =  $100 \times \text{número de huevos no adheridos} / (\text{número de huevos adheridos} + \text{número de huevos no adheridos})$ .

Gran escala: Se realizaron 4 tratamientos, el grupo control (50 ml de agua de manantial), grupo de suspensión de arcilla de caolín (5 g / L), el tercer y cuarto grupo con SSP se agregó 5 y 20 g / L respectivamente. Los huevos de los cuatro grupos se colocaron por separado en cuatro bolsas de red (5 x 10 x 20 cm), con malla de 0,4 mm x 0,4 mm. La bolsa control se preparó con huevos adheridos a corteza de palmera. Las 4 bolsas se colocaron en un frasco incubador de 6 L de capacidad, sujetándose en la boca del mismo para evitar que tocaran el fondo. Los huevos se cultivaron hasta antes de la eclosión, 20 días después de la fertilización.

A los 9, 13, 16 y 20 días después de la fertilización, se tomaron al azar 300 huevos de cada uno de los cuatro grupos, se calculó la tasa de supervivencia (%): =  $100 \times \text{número de huevos vivos} / (\text{número de huevos vivos} + \text{número de huevos muertos})$ .

Los resultados mostraron que el tratamiento de arcilla de caolín y todos los grupos tratados con SSP obtuvieron una tasa de eliminación de desadherencia más alta en comparación con el control, y no hubo diferencia significativa en la tasa de eliminación entre los tratamientos de arcilla de caolín y cada uno de los grupos de 1, 5, 10 y 50 g / L tratados con SSP. El grupo de 20 g / L SSP reveló una mayor tasa de eliminación en comparación con el grupo de 5 g / L de arcilla de caolín.

A gran escala, los grupos tratados con 5 y 20 g/ L mostraron una tasa de supervivencia equivalente durante el cultivo de huevos, la tasa de eclosión y tolerancia de las larvas al 10% de agua salobre y al ayuno, en comparación con el grupo tratado con arcilla de caolín de 5 g/ L.

Concluyendo que se puede sustituir la suspensión de SSP de 5 g / L por suspensión de caolín para eliminar la adherencia del huevo. Este método proporciona otro medio de disminuir reducir la cantidad de residuos industriales causados por conchas de vieira.



**Rodríguez-Ibarra et al. (2010)** realizaron la evaluación de diferentes métodos para la eliminación de la capa adherente de los huevos de Botete diana (*Sphoeroides annulatus*) con el objetivo de incrementar el porcentaje de eclosión. Se utilizaron seis tratamientos diferentes: a) Solución de enzima proteolítica proteasa a una concentración de 5 ml / 1 L durante 8 min b) Solución de enzima proteolítica quimotripsina a una concentración de 0,024 ml / 1 L durante 8 min, se repitió el procedimiento una segunda vez durante 16 min; c) Solución de ácido tánico en una concentración de 0,5 g / 1 L durante 4 min; d) Jugo de piña natural agregando 10 ml / 1 L durante 3 min y repitiendo dicho procedimiento una vez más; e) Técnica de Woynarovich modificada, se agregó una solución para fertilizar compuesta por cloruro de sodio (4 g / 1 L) y urea (3 g / 1 L) disueltas en agua de mar; se eliminó se corrigió o modificó y se agregó a los huevos fertilizados una solución de cloruro de sodio (0,4 g / 1 L) y urea (0,3 g / 1 L) disueltas en agua de mar durante 45 min.

Finalmente, se enjuagaron los huevos con una solución de ácido tánico (0,5 g / 1 L) durante 4 min; f) Solución de leche de vaca (100 ml / 1 L) la cual se dejó actuar en los huevos fertilizados durante 50 min con recambios cada 4 min, posteriormente se agregó arcilla (100 g / 1 L) durante 10 min. g) Para el control se utilizaron huevos fertilizados sin tratamiento los cuales se sembraron sobre placas de vidrio, cada tratamiento se realizó por triplicado. El porcentaje de fertilización promedio fue de  $96,2 \pm 2,4\%$  con un rango de 92,14 a 98,57%. Todos los métodos utilizados eliminan la capa adherente de los huevos, excepto la enzima quimotripsina.

El porcentaje más alto de eclosión se obtuvo con la enzima proteasa ( $96,47 \pm 2,0\%$ ), mientras que el más bajo se presentó en los huevos sin tratamiento ( $18,82 \pm 5,3$ ). Las larvas recién eclosionadas midieron  $1,93 \pm 0,03$  mm sin encontrar diferencias significativas de tamaño larval entre los tratamientos. Los resultados de eclosión obtenidos en relación a cada una de las técnicas, concluyeron que los métodos de la enzima proteasa, el jugo de piña y el ácido tánico pueden recomendarse para desgomar los huevos de *S. annulatus*.

**Walker et al. (2010)** realizaron un estudio sobre la eliminación de adhesividad de los huevos Eperlano arco iris (*Osmerus mordax*), con el objetivo de evaluar la supervivencia de los embriones con diferentes concentración de ácido tánico (150,



300, 600 y 1200 mg/L) durante 10 min y de esta manera eliminar la adhesividad. Para determinar la tasa de supervivencia se utilizó análisis de varianza de una sola vía. Por otro lado, se ocuparon tres métodos diferentes de desinfección de la superficie, siendo estos: hipoclorito de calcio (25, 50, 75 o 100 mg/L), polivinilpirrolidona yodada (PVP-I; 25, 50, 75 o 100 mg/L), o peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; 500, 1,000, 1,500 o 2,000 µL/L) a 15 min. Los resultados mostraron que la adhesión sólo ocurrió en lotes de huevos sin tratar y que la supervivencia del embrión, en comparación con el método control no se vio afectado por la exposición a ningún nivel de ácido tánico, también que el éxito de la eclosión de los huevos tratados con ácido tánico en concentraciones que varían de 150 a 1200 mg/L para evitar la adherencia no fue diferente de los controles. Para la desinfección de los huevos con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (todas las dosis) y dosis bajas de hipoclorito de calcio (25-75 mg/L) o PVP-I (25 mg/L) no redujeron la supervivencia del embrión, pero la exposición al hipoclorito de calcio y PVP-I en concentraciones más altas (100 mg/L y 50, 75 o 100 mg/L, respectivamente) fue letal. En la primera prueba de desinfección, tanto el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como la PVP-I (25 mg/L) impidieron el crecimiento bacteriano, pero solo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 2000 µL/L fue más eficaz para eliminar bacterias en crecimiento.

### **Características del Huevo adherente de *Cyprinus carpio***

La composición bioquímica en huevos de *Cyprinus carpio* es de 64.3% de proteína, 5.9 en lípidos y 3.7 % carbohidratos (Moroz & Luzhin, 1976). Bioquímicamente, la zona radial externa ZRE del huevo adherente está compuesta de nueve tipos de proteínas, de las cuales cuatro son glucoproteínas, además de glucosa, fructosa, galactosa que constituyen los principales carbohidratos y los ácidos uránicos (Riehl y Patzner, 1998).

Teniendo en cuenta las propiedades de los métodos, la composición bioquímica y las técnicas con los mejores resultados, se observó que el grupo de enzimas (Enzima Proteolítica Proteasa, Enzima Proteolítica Quimotripsina, Enzima Proteolítica de *Aspergillus oryzae* y enzima bromelinasa) ayuda a la descomposición de largas cadenas de aminoácidos, por lo cual, se realizó una búsqueda de frutas o verduras teniendo en cuenta el grupo de enzimas mencionadas anteriormente, encontrando:

El látex producido por el fruto verde, *Ficus carica L.* (Higo) de la familia Moraceae, que contienen la enzima Ficina conocida como una enzima proteasa que cataliza la degradación de las proteínas (proteólisis) mediante la adición de una molécula de agua en los enlaces peptídicos. La higuera es un árbol de porte pequeño que no requiere cuidado exhaustivo, es poco exigente en cuanto a las cualidades del terreno o condiciones climáticas para su desarrollo. Un arbusto puede producir 50 a 70 frutos semanalmente en plena cosecha (Chew 2016).

Los higos aportan gran valor nutricional y medicinal proveniente del alto contenido en fibra, minerales como el potasio, magnesio y calcio, vitaminas, ácidos orgánicos e hidratos de carbono. La Ficina al igual que la bromelina y papaína son enzimas proteolíticas encargada de desnaturalizar el tejido conectivo de los productos cárnicos siendo agentes antiinflamatorios, las proteasas podrían ser extraídas del jugo exprimido de la cáscara del higo, así como de las hojas y del tronco de la planta (Chew 2016). Se recomienda realizar más estudios debido a las características químicas semejantes con la bromelina y papaína como método de desadherencia.

- **Análisis de Información**

Todos los estudios anteriormente descritos se plasmaron en una base de datos, para poder analizarlos de una mejor manera.

En la **Tabla 1**, se puede observar los 21 estudios encontrados con los métodos aplicados, dosis, tiempo de exposición al método así como el país y la referencia de cada uno.

De los 21 estudios, se obtuvieron 10 familias de 14 especies (*Acipenser baerii*, *Acipenser ruthenus*, *Clarias gariepinus*, *Cyprinus carpio*, *Esox lucius*, *Huso huso*, *Hypomesus nipponensis*, *Labrus bergylta*, *Oncorhynchus mykiss*, *Osmerus mordax*, *Pangasianodon hypophthalmus*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Sander lucioperca*, *Sphoeroides annulatus* y *Tinca tinca*).

**Tabla 1.** Métodos de desadherencia para las diferentes especies, considerando el tiempo de exposición y concentraciones-

Especie	Familia	Método	Dosis	Tiempo de exposición (min)	Referencias
<i>Acipenser baerii</i>		Leche + Enjuague	1 L		<b>Feledi et al, 2011 (Polonia)</b>
		Almidón+Enjuague	500 g		
		Solución de Urea + Ácido Tánico + Enjuague	NaCl 40 g/ U160 g + A.T 0.25 ppt		
		Leche	1 L		
		Almidón	500 g		
		Solución de Urea + Ácido Tánico	NaCl 40 g/ U160 g + A.T 0.25 ppt		
<i>Acipenser ruthenus</i>	<i>Acipenseridae</i>	Arcilla		45	<b>Pšenička, 2016 (República Checa)</b>
		Ácido Tánico	0.04 %	1	
		Método de Kowtal(NaCl, Urea y Ácido tánico)			
		Hipoclorito de Sodio	0,30%	40	
		Control	-	-	
<i>Huso huso</i>		Arcilla		45	<b>Hosseini &amp; Hossein, 2015 (Iran)</b>
		Ácido Tánico	0,625 g	1,30	
<i>Clarias gariepinus</i>	<i>Clariidae</i>	Control	NaCl 4g	1	<b>Ashraf et al, 2013 (Malasia)</b>
			NaCl 4g		

			NaCl 4g		
		Solución de Urea	U 2 g + NaCl 4g		
			U 2 g + NaCl 4g		
			U 2 g + NaCl 4g		
			U 4 g + NaCl 4g		
			U 4 g + NaCl 4g		
			U 4 g + NaCl 4g		
			U 6 g + NaCl 4g		
			U 6 g + NaCl 4g		
			U 6 g + NaCl 4g		
			U 8 g + NaCl 4g		
			U 8 g + NaCl 4g		
			U 8 g + NaCl 4g		
<i>Clarias gariepinus</i>			Control (NaCl )	1 g	15
		Control (NaCl )	1 g	20	
		Control (NaCl )	1 g	25	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	10 g + 1 g	15	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	10 g + 1 g	20	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	10 g + 1 g	25	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	12 g + 1 g	15	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	12 g + 1 g	20	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	12 g + 1 g	25	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	14 g + 1 g	15	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	14 g + 1 g	20	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	14 g + 1 g	25	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	16 g + 1 g	15	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	16 g + 1 g	20	
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	16 g + 1 g	25	

<i>Clarias gariepinus</i>		Leche en Polvo + Agua Salina (Control)	0 g+1g	15	Karen <i>et al</i> , 2017 (Nigeria)
				20	
				25	
		Leche en Polvo + Agua Salina	10 g +1 g	15	
				20	
				25	
			12 g +1 g	15	
				20	
				25	
			14 g +1 g	15	
				20	
				25	
		Urea+Agua Salina (Control)	0g+4 g	1	
				5	
				10	
		Urea + Agua Salina	2 g+4 g	1	
				5	
				10	
		Urea + Agua Salina	4 g+4 g	1	
				5	
				10	
		Urea + Agua Salina	6 g+4 g	1	

				5	
				10	
		Ácido tánico/ (Control)	0 g	0,5	
				2	
				5	
		Ácido Tánico	0.5 g	0,5	
				2	
				5	
		Ácido Tánico	1g	0,5	
				2	
				5	
		Ácido Tánico	1.5 g	0,5	
				2	
				5	
<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinidae</i>	Control	-		<b>Cortés, 2010 (México)</b>
		Jugo de Piña	5		
		Talco	30		
		Solucion Salina	30		
		Leche	60		
<i>Cyprinus carpio</i>		Ácido Tánico	7g + 7L	60	<b>Žibienė et al, 2017 (Lituania)</b>

		Solucion de Leche + Agua + Sal.	1 L + 7 L+ 50g		
<i>Cyprinus carpio</i>		Control	-	-	<b>Maulidiyah et al, 2019 (Indonesia)</b>
		Solución de Tanino	0.5 g	120	
		Solución de Tanino	0.5 g	180	
<i>Tenca Tinca tinca (L.)</i>		Solucion de Tanino	0,5	0,30	<b>Kujawa et al, 2010 (Polonia)</b>
				0,60	
				0,90	
		Solucion de Tanino	0,10	0,30	
				0,60	
				0,90	
		Solucion de Tanino	0,15	0,30	
				0,60	
				0,90	
<i>Esox lucius</i>	<i>Esocidae</i>	<b>Primer Experimento</b>			<b>Pšenička, 2018 (República Checa)</b>
		Hipoclorito de Sodio	0,000	0,40	
			0,010		
			0,020		
			0,030		
			0,040		
			0,050		
			0,75		
			0,100		
			0,300		
		<b>Segundo Experimento</b>			
		Hipoclorito de Sodio	0,030	0,40	
		Arcilla	40		
Leche	60				
Control	-				
<i>Hypomesus nipponensis</i>	<i>Osmeridae</i>	Control (Agua de Manantial)	-		<b>Mizuno et al, 2010 (Japón)</b>
		Arcilla de Caolín	5 g		
		Polvo de Cáscara de Vieira Sin Hornear	5 g		
		Polvo de Cáscara de Vieira Sin Hornear	20 g		

<i>Osmerus mordax</i>		Ácido Tánico	150 mg	10	<b>Walker et al, 2010 (Estados Unidos)</b>
		Ácido Tánico	300 mg		
		Ácido Tánico	600 mg		
		Ácido Tánico	1200 mg		
		Control	-	-	
<i>Labrus bergylta</i>	<i>Labridae</i>	Ácido Tánico	0.2	25	<b>Grant et al, 2016 (Reino Unido)</b>
		Ácido Tánico	0.1		
		Ácido Tánico	0.05		
		Sulfito de Sodio	2		
		Sulfito de Sodio	1		
		Sulfito de Sodio	0.5		
		L-Cisteína	2		
		L-Cisteína	1		
		Enzima Alcalasa	4.0		
		Enzima Alcalasa	3.0		
		Enzima Alcalasa	2.0		
		Enzima Alcalasa	1.0		
		Enzima Alcalasa	0.5		
<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	<i>Pangasiidae</i>	Control	-	-	<b>Estrada-Godínez et al, 2021 (México)</b>
		Control	-	-	
		Control	-	-	
		Ácido Tánico	0.5 g/L	5	
		Ácido Tánico	0.5 g/L	5	
		Ácido Tánico	0.5 g/L	5	
		Enzima Proteolítica de <i>Aspergillus oryzae</i>	500 Ug-1	8	
		Enzima Proteolítica de <i>Aspergillus oryzae</i>	500 Ug-1	8	
		Enzima Proteolítica de <i>Aspergillus oryzae</i>	500 Ug-1	8	
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	<i>Pimelodidae</i>	Solución de Urea	NaCl 4 g/ U 30 g	10	<b>Figueiredo-Ariki et al, 2017 (Brasil)</b>
		Solución de Urea	NaCl 4 g/ U 30 g	30	
		Solución de Urea	NaCl 4 g/ U 30 g	60	
		Solución de Urea + Ácido Tánico	NaCl 4 g/ U 30 g +0.5 g	90	
		Control	-	-	



<i>Sander lucioperca</i> (L.)	<i>Percidae</i>	Ácido Tánico	100 ml	0,5	<b>Zarzki et al, 2015</b> <b>(Polonia)</b>
				1	
				2	
				5	
				0,5	
				1	
				2	
				5	
				0,5	
				1	
				2	
				5	
				0,5	
				1	
				2	
				5	
				0,5	
				1	
				2	
5					
<i>Sander lucioperca</i> L.		Enzima Alcalasa	0.5 ml	2	<b>Kristan et al, 2015</b> <b>(República Checa)</b>
			1.0 ml		
			1.5 ml		
			2.0 ml		
			5.0 ml		
		Solución de Leche / Talco	100 g / 100 g	60	
<i>Sander lucioperca</i>		Ácido tánico			<b>Ljubobratović et al, 2017</b> <b>(Hungria)</b>
		Enzima Proteasa			
		Leche			

<i>Spherooides annulatus</i>	<i>Tetraodontidae</i>	Enzima Proteolítica Proteasa	5 ml	8	Rodríguez-Ibarra <i>et al</i> , 2013 (México)
		Jugo de Piña	0.1	3	
		Control	-	-	
<i>Spherooides annulatus</i>		Enzima Proteolítica Proteasa	5 ml	8	Rodríguez-Ibarra <i>et al</i> , 2010 (México)
		Enzima Proteolítica Quimotripsina	0,0024 ml	24	
		Ácido Tánico	0,5 g	4	
		Jugo de Piña	10 ml	3	
	Solución de Urea	NaCl 0,4g/ U 0,3g	45		

En la **Tabla 2** se presenta el porcentaje de eclosión, tiempo de aplicación, porcentaje de fertilización, supervivencia y desadherencia, con estos resultados se buscó obtener los métodos más eficientes y relevantes, donde se resalta lo siguiente:

- La familia *Acipenseridae* con uso de leche, hipoclorito de sodio y ácido tánico obtuvieron la mayor tasa de eclosión, estos fueron comparados con otros métodos como la solución de urea, almidón, Kotwal, arcilla superando al control.
- La familia *Clariidae* se encuentran las especies *Clarias gariepinus* con tres estudios donde la mayor relevancia de tratamiento se observó con leche de polvo y solución de urea también se experimentó con NaCl, urea más agua salina.
- Para la familia *Cyprinidae* se encontraron cuatro estudios donde se utilizaron métodos con jugo de piña, talco, solución salina, leche ácido tánico, solución de taninos y solución Woynarovich, la mayor tasa de eclosión se obtuvo de jugo de piña, solución de leche y en los taninos.
- Para la Familia *Esocidae*, se encontró un estudio sobre la especie *Esox lucius* donde la mayor tasa de eclosión se observó en el hipoclorito de sodio

con una dosis de 0.030 g con un tiempo de incubación de 0.40 s también hubo un segundo experimento, donde se utilizó hipoclorito de sodio, leche y un tratamiento control los cuales no fueron relevantes a comparación del hipoclorito de sodio antes mencionado.

- Para la Familia *Osmeridae* se encontraron dos estudios sobre dos especies diferentes, en la primera especie *Hypomesus nipponensis*, se encontró que fueron relevantes los cuatro tratamientos desarrollados: Arcilla de caolín y polvo de cáscara de viera sin hornear con diferentes dosis. Para el segundo estudio la especie *Osmerus mordax* se ocuparon diferentes dosis de ácido tánico en el cual, la tasa de eclosión más relevante fue con la dosis de 150 mg durante 10 minutos de exposición.
- Para la familia *Labridae* se obtuvo la especie *Labrus bergylta* dónde se hizo una comparación de diferentes tratamientos con ácido tánico, sulfito de sodio, L-cisteína y enzima alcalasa a diferentes dosis, encontrando que la mejor tasa de eclosión era la enzima alcanza al 1% con un tiempo de incubación de 25 minutos.
- Para la familia *Pangasiidae* se encontró un estudio sobre la especie *Pangasianodon hypophthalmus*, donde se estudió los tratamientos de ácido tánico, enzima proteolítica *aspergillus oryzae* (bacteria) y el tratamiento control. La mayor tasa de eclosión fue del ácido tánico a 0.5 g/L durante un tiempo de incubación de 5 minutos.
- Para la familia *Pimelodidae* se encontró un estudio donde se compararon varios tratamientos de solución urea, un tratamiento de solución de urea más ácido tánico y el tratamiento control. Este estudio tuvo una tasa de eclosión mayor en el tratamiento control
- Para la familia *Percidae* se encontraron tres estudios sobre la misma especie, dónde la enzima proteasa fue la que tuvo una buena tasa de eclosión en uno de los estudios la enzima alcalasa en un segundo estudio y el ácido tánico a

dos diferentes dosis a dos diferentes tiempos de incubación de 1 y 2 minutos como en 100 ML de dosis y un mayor tiempo de incubación de activación del huevo de 30 minutos.

- Finalmente para la familia *Tetraodontidae* se encontraron 2 estudios sobre la misma especie *Sphoeroides annulatus* donde hubo mayor relevancia de la enzima proteolítica proteasa en la tasa de eclosión de los alevines.

**Tabla 2.** Resultados de porcentaje de fertilización y eclosión utilizando métodos de desadherencia

Especie	Familia	% de Fertilización	Desadherencia	Porcentaje de Eclosión (%)	% Supervivencia	REFERENCIA
<i>Acipenser baerii</i>				95,4		<b>Feledi et al., 2011</b>
				98,21		
				93,95		
				98,46		
				85,85		
				90,9		
<i>Acipenser ruthenus</i>	<i>Acipenseridae</i>	56.7a ± 25.0		48.3a ± 22.5		<b>Pšenička, 2016.</b>
		68.3a ± 30.7		45.6a ± 25.2		
		58.3a ± 29.3		43.3a ± 20.9		
		69.0a ± 24.5		62.3a ± 23.0		
		72.3a ± 28.1		52.6a ± 23.8		
<i>Huso huso</i>						<b>Hosseini &amp; Hossein 2015.</b>
<i>Clarias gariepinus</i>	<i>Clariidae</i>	29,21 ± 26,48		15,32 ± 13,64		<b>Asraf et al., 2013</b>
		14,43 ± 8,78		9,05 ± 10,70		
		21,15 ± 34,53		15,59 ± 27,00		
		38,35 ± 42,02		25,45 ± 29,97		
		33,06 ± 32,65		14,61 ± 15,11		
		20,25 ± 16,62		13,98 ± 12,61		

		32,71 ± 39,07		12,99 ± 12,92	
		22,94 ± 17,91		11,11 ± 10,09	
		18,01 ± 15,59		10,48 ± 9,14	
		29,57 ± 31,85		19,71 ± 25,33	
		12,19 ± 8,26		6,09 ± 4,38	
		19,18 ± 14,83		10,13 ± 10,81	
		38,26 ± 36,29		11,20 ± 9,03	
		16,22 ± 14,29		4,12 ± 3,92	
		33,87 ± 28,35		13,71 ± 16,48	
<i>Clarias gariepinus</i>		79,4347 ± 27,74	44,0546 ± 25,71		
		73,5867 ± 20,39	50,2924 ± 32,49		
		60,2339 ± 33,66	53,5088 ± 46,46		
		87,3294 ± 13,22	77,5828 ± 4,77		
		85,6725 ± 12,22	74,1715 ± 8,99		
		93,3723 ± 6,86	68.1287 ± 34.93		
		87,9142 ± 16,90	82.0663 ± 8.46		
		93,1774 ± 9,28	75,7310 ± 7,04		
		94,1520 ± 4,05	75,2437 ± 5,25		
		87,2320 ± 15,60	85.0877 ± 15.97		
		87,5244 ± 16,04	69.2008 ± 6.35		
		88,7914 ± 12,32	83,4308 ± 6,96		
		85,8674 ± 19,97	60,4288 ± 19,75		
		94,5419 ± 3,70	67,3489 ± 10,50		
		85,9649 ± 11,60	70,9552 ± 17,66		
					<b>Muchlisin et al., 2014.</b>

<i>Clarias gariepinu</i>		76.25 ± 5.30		34.29 ± 12.45	94.60 ± 4.49	Kareem <i>et al.</i> , 2017
		49.17 ± 12.96		51.67 ± 20.82	100.00 ± 0.00	
		73.75 ± 1.77		34.80 ± 8.84	96.78 ± 1.73	
		70.00 ± 21.21		41.71 ± 17.31	98.89 ± 1.56	
		62.50 ± 15.38		31.81 ± 6.52	100.00 ± 0.00	
		75.67 ± 23.81		34.78 ± 17.66	98.00 ± 2.82	
		95.75 ± 4.59		50.25 ± 0.35	99.50 ± 0.71	
		93.13 ± 0.88		62.50 ± 17.68	94.17 ± 5.89	
		70.00 ± 7.07		50.70 ± 14.57	100.00 ± 0.00	
		92.50 ± 0.00		72.66 ± 24.98	97.11 ± 1.06	
		78.75 ± 5.30		62.50 ± 17.68	96.89 ± 15.55	
		78.75 ± 1.77		47.50 ± 3.54	98.00 ± 0.00	
		68.75 ± 5.30		37.00 ± 2.12	100.00 ± 0.00	
		85.00 ± 14.14		51.68 ± 15.81	99.55 ± 0.064	
		78.75 ± 8.77		53.35 ± 18.89	91.67 ± 2.35	
		97.50 ± 4.33		57.82 ± 11.05a	98.52 ± 0.74	
		86.26 ± 10.4		61.95 ± 21.14	99.50 ± 0.71	
		81.25 ± 15.91		40.23 ± 14.83	98.75 ± 2.17	
		91.25 ± 1.77		44.70 ± 0.42a	97.50 ± 3.54	
		91.25 ± 1.77		48.34 ± 25.93	96.21 ± 4.07	
		86.25 ± 15.90		41.00 ± 15.56	98.34 ± 2.35	
		95.00 ± 0.00		56.61 ± 28.72	97.84 ± 1.65b	
		81.25 ± 15.91		65.70 ± 8.06	99.50 ± 0.71	
	92.09 ± 0.59		60.05 ± 16.09	94.00 ± 2.82		
	73.83 ± 15.80		47.75 ± 3.18	98.18 ± 0.25		

		52.50 ± 3.54		40.77 ± 6.39	96.66 ± 4.72
		62.50 ± 17.68		34.63 ± 1.24	99.17 ± 1.18
		55.67 ± 3.77		34.15 ± 4.09	93.65 ± 7.98
		53.75 ± 5.30		39.25 ± 4.24	98.46 ± 0.52
		52.09 ± 7.66		33.50 ± 4.95	100.00 ± 0.00
		94.14 ± 0.19		39.03 ± 29.66	97.50 ± 3.54
		67.71 ± 16.21		45.45 ± 0.00	98.33 ± 0.00
		69.70 ± 33.76		31.11 ± 33.79	99.09 ± 1.29
		79.59 ± 0.59		29.54 ± 14.79	97.75 ± 0.35
		97.86 ± 0.00		40.24 ± 49.17	99.34 ± 0.94
		72.50 ± 31.82		36.19 ± 40.75	92.09 ± 9.02
		64.05 ± 11.95		26.79 ± 32.81	100.00 ± 0.00
		84.25 ± 13.79		51.59 ± 2.26	97.34 ± 3.77
		69.58 ± 20.04		33.77 ± 44.17	96.93 ± 4.35
		91.84 ± 9.67		35.07 ± 35.26	95.83 ± 3.54
		56.40 ± 2.26		16.15 ± 12.52	100.00 ± 0.00
		81.52 ± 25.13		21.79 ± 25.75	98.75 ± 1.77
		58.25 ± 6.01		32.20 ± 17.25	99.17 ± 1.18
		62.78 ± 4.59		20.70 ± 25.37	87.55 ± 7.32
		34.17 ± 12.96		27.50 ± 10.61	100.00 ± 0.00
		76.88 ± 23.86		32.72 ± 38.59	89.96 ± 11.84
		68.93 ± 1.66		18.65 ± 16.05	81.25 ± 26.52
		60.00 ± 14.14a		23.70 ± 23.05	91.99 ± 7.78
		50.75 ± 1.77		41.50 ± 5.66	100.00 ± 0.00
		58.50 ± 1.41a		51.25 ± 2.47	98.90 ± 1.56
		57.75 ± 0.35		38.00 ± 6.01	93.26 ± 1.99

		56.25 ± 1.77		49.50 ± 0.71	99.21 ± 1.12	
		53.88 ± 1.59		41.00 ± 5.66	96.19 ± 2.26	
		59.95 ± 1.70		49.38 ± 4.41	97.30 ± 3.82	
		52.71 ± 2.06		4.13 ± 1.24	87.50 ± 17.68	
		96.22 ± 0.30		2.25 ± 0.35	100.00 ± 0.00	
		53.13 ± 8.83		1.25 ± 0.00	66.67 ± 23.57	
		81.04 ± 23.68		3.38 ± 0.53	83.07 ± 23.19	
		65.97 ± 40.26		1.00 ± 0.00	50.00 ± 70.71	
		96.33 ± 2.67		1.13 ± 0.66	100.00 ± 0.00	
		71.34 ± 34.88		3.13 ± 0.18	70.84 ± 5.89	
		83.42 ± 17.79		2.88 ± 0.53	99.60 ± 0.37	
		73.94 ± 31.80		0.88 ± 0.18	75.00 ± 35.36	
		85.27 ± 16.29		1.13 ± 0.17	99.60 ± 0.57	
		82.61 ± 15.17		0.50 ± 0.00	50.00 ± 70.71	
		81.03 ± 11.17a		0.50 ± 0.00	100.00 ± 0.00	
		93.05 ± 2.75		0.82 ± 0.26	50.00 ± 70.71	
		74.65 ± 24.25		0.50 ± 0.00	66.67 ± 57.74	
		97.19 ± 2.31		0.50 ± 0.50	25.00 ± 43.30	
		85.59 ± 12.31		1.50 ± 0.00	49.00 ± 69.30	
		82.61 ± 15.17		1.25 ± 1.06	50.00 ± 70.71	
		67.93 ± 24.44		0.50 ± 0.50	25.00 ± 43.30	
<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae				72,04	Cortés 2010.
					40,35	
					43,77	
<i>Cyprinus carpio</i>				38%		Žibienė et al., 2017.
				47%		
<i>Cyprinus carpio</i>			91.38±2,18		74,66 a ± 3,44	Maulidiyah et al., 2019.
			92.45±1,56		28.76b±1.86	
			90.19±2.33		31.63b±2.54	
<i>Tenca Tinca tinca (L.)</i>					95,3 ± 1,5	Kujawa et al., 2010
					93,0 ± 2,0	





				-		
				-		
				-		
				-		
				-		
				-		
				-		
				73,7 ± 2,6		
				85,6 ± 8,2		
				77,5 ± 4,9 a		
<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	Pangasiidae			-		<b>Estrada-Godinez et al., 2021.</b>
				14.2±0.6%		
				-		
				-		
				84.7±1.3%		
				14.2±0.6%		
				0		
				0		
				0		
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Pimelodidae					<b>Figueiredo-Ariki et al., 2017.</b>
<i>Sander lucioperca (L.)</i>	Percidae	21,6		-		<b>Zarski et al., 2015.</b>
		25,1		-		
		60,9		0		
		72,1		0		
		19,4		-		
		29,5		-		
		50,2		0		
		71,9		0		
		23,3		-		
		33,7		-		

		71,1		0		
		95,4		21,7		
		27,9		-		
		56,7		-		
		81,2		43,5		
		80,9		16,3		
		45,6		14,3		
		89,2		64,9		
		94,2		37,2		
		92,6		12,1		
		75,1		92,5		
		95,1		94,9		
		94,9		87,4		
		93,8		74,1		
		91.2 ± 6.3		79.9 ± 6.0		
		89.6 ± 2.9		76.1 ± 5.2		
		91.1 ± 4.2		85.4 ± 3.7		
		90.3 ± 1.8		82.3 ± 4.1		
		88.2 ± 0.9		56.4 ± 5.3		
		90.0 ± 2.3		61.3 ± 3.4		
				2,5 ± 0,5%		
				75,5 ± 19,3%		
				72,3 ± 28,8		
				93,03 ± 3,01		
		98,6 ± 1,8%		80,97 ± 3,97		
				85,83 ± 2,78		
				96,47 ± 2,0		
<i>Sander lucioperca L.</i>						<b>Kristan et al., 2015.</b>
<i>Sander lucioperca</i>						<b>Ljubobratović., et al 2017.</b>
<i>Sphoeroides annulatus</i>	<i>Tetraodontid ae</i>					<b>Rodríguez-Ibarra, et al., 2013.</b>
<i>Sphoeroides annulatus</i>						<b>Rodríguez-Ibarra, et al., 2010</b>

En la Tabla 3, se presentan los métodos relevantes de cada estudio, observando que los métodos con **Ácido Tánico** obtuvieron una mejor tasa de eclosión en las especies: *Huso huso*; *Tinca tinca*; *Osmerus mordax*; *Pangasianodon hypophthalmus*

y *Sander lucioperca* seguida por la **Enzima Proteolítica Proteasa** en las especies *Sphoeroides annulatus*, *Labrus bergylta* y *Sander lucioperca*. La **Leche en Polvo** también se observó una mejor tasa de eclosión en las especies: *Acipenser baerii* y *Clarias gariepinus* y finalmente la **Enzima Alcalasa** con las especies *Labrus bergylta* y *Sander lucioperca*.

**Tabla 3.** Método de desadherencia relevante de cada estudio.

Especie	Familia	Tratamiento	Dosis	Porcentaje de Eclosión (%)	REFERENCIA
<i>Acipenser baerii</i>	<i>Acipenseridae</i>	Leche	1 L	98.46	Feledi et al., 2011
<i>Acipenser ruthenus</i>		Hipoclorito de Sodio	0.30%	62.3a ± 23.0	Pšenička., 2016.
<i>Huso huso</i>		Ácido Tánico	0,625 g		Hosseini & Hossein 2015.
<i>Clarias gariepinus</i>	<i>Clariidae</i>	Solución de Urea	U 2 g + NaCl 4g	25,45 ± 29,97	Asraf et al., 2013
		Solución de Leche en Polvo + NaCl	14 g + 1 g		Muchlisin et al., 2014.
		Leche en Polvo	10 g + 1 g	50.25 ± 0.35	Kareem et al., 2017
				62.50 ± 17.68	
				50.70 ± 14.57	
				72.66 ± 24.98	
62.50 ± 17.68					
47.50 ± 3.54					
<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinidae</i>	Jugo de Piña			Cortés 2010.
		Solución de Leche + Agua + Sal.	1 L + 7 L + 50g	47%	Žibienè et al., 2017.
		Control	-	74,66 a ± 3,44	Maulidiyah et al., 2019.
<i>Tenca Tinca tinca (L.)</i>	<i>Cyprinidae</i>	Taninos + Solución Woynarovich	0.5	95,3 ± 1,5	Kujawa et al., 2010
				93,0 ± 2,0	
				90,7 ± 2,1	
0.10	93,3 ± 2,5				
<i>Esox lucius</i>	<i>Esocidae</i>	Hipoclorito de sodio	0.030		Pšenička., 2018.
<i>Hypomesus nipponensis</i>	<i>Osmeridae</i>	Control (Agua de Manantial)	-	94 %	Mizuno et al., 2010.
		Arcilla de Caolín	5 g	90 %	
		Polvo de Cáscara de Vieira Sin Hornear	5 g	96 %	
20 g	96 %				
<i>Osmerus mordax</i>	<i>Osmeridae</i>	Ácido Tánico	150 mg		Walker et al., 2010.
<i>Labrus bergylta</i>	<i>Labridae</i>	Enzima Alcalasa	1.0 %	85,6 ± 8,2	Grant et al., 2016.
<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	<i>Pangasiidae</i>	Ácido Tánico	0.5 g/L	84.7±1.3%	Estrada-Godinez et al., 2021.
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	<i>Pimelodidae</i>	Control	-		Figueiredo-Ariki et al., 2017.
<i>Sander lucioperca (L.)</i>	<i>Percidae</i>	Ácido Tánico		94.9	Zarski et al., 2015.
				87.4	
		Enzima alcalasa	1.5 ml	85.4 ± 3.7	Kristan et al., 2015.
		Enzima Proteasa		75,5 ± 19,3%	Ljubobratović., et al 2017.
<i>Sphoeroides annulatus</i>	<i>Tetraodontidae</i>	Enzima Proteolítica Proteasa	5 ml	93,03 ± 3,01	Rodríguez-Ibarra, et al., 2013.
		Enzima Proteolítica Proteasa	5 ml	96,47 ± 2,0	Rodríguez-Ibarra, et al., 2010

De los 21 estudios analizados, se encontraron 3 investigaciones de la especie *Cyprinus Carpio* los cuales se muestran en la **Tabla 4**.

En estos estudios se mostró una mayor tasa de eclosión en los tratamientos de Jugo de piña (Cortés, 2010), Solución de Leche + Agua + Sal (Žibienè et al., 2017) y el tratamiento control (Maulidiyah et al., 2019).

**Tabla 4.** Métodos de desadherencia en huevos *Cyprinus carpio*

Especie	Familia	Tratamiento	Dosis	Tiempo de exposición (min)	% de Fertilización	Porcentaje de Eclosión (%)	% Supervivencia	Tiempo de eclosión	Referencia	
<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	Control	-					21:40±1:31	Cortés 2010.	
		Jugo de Piña	5				72.04	10:01±2:39		
		Talco	30				40.35	10:30±2:07		
		Solución Salina	30					17:00±0:00		
		Leche	60				43.77	19:56±6:52		
		Ácido Tánico	7g + 7L	60			38%			Žibienè et al., 2017.
		Solución de Leche + Agua + Sal.	1 L + 7 L+ 50g				47%			
		Control	-			91.38±2,18	74,66 a ± 3,44			Maulidiyah et al., 2019.
		Solución de Tanino	0.5 g	120	92.45±1,56	28.76b±1.86				
Solución de Tanino	0.5 g	180	90.19±2.33	31.63b±2.54						

- **Propuesta de Técnica**

Para poder proponer una técnica de desadherencia, se analizaron las propiedades químicas o mecanismo de acción de los métodos obtenidos y se buscaron propiedades similares, para ayudar a contrarrestar la adhesividad del huevo y tener una alternativa que pueda ser beneficiosa en tiempo, porcentaje de eclosión y costos al realizar la técnica.

### **Almidón**

Estructuralmente, el almidón consiste de dos polisacáridos químicamente distinguibles: la amilosa y amilopectina. La amilosa es un polímero lineal de unidades de glucosa unidas por enlaces  $\alpha$  (1-4), en el cual algunos enlaces  $\alpha$  (1-6) pueden estar presentes. Esta molécula no es soluble en agua, pero puede formar micelas hidratadas por su capacidad para enlazar moléculas vecinas por puentes de hidrógeno y generar una estructura helicoidal (Knutzon, 1994). Mientras que la amilopectina es un polímero ramificado de unidades de glucosa unidas en un 94-96% por enlaces  $\alpha$  (1-4) y en un 4-6% con uniones  $\alpha$  (1-6). Dichas ramificaciones se localizan aproximadamente a cada 15-25 unidades de glucosa. La amilopectina es parcialmente soluble en agua caliente y en presencia de yodo produce un color rojizo violeta (Hernandez-Medina *et al.*, 2008).

### **Arcilla o Talco**

La arcilla, fue utilizada como tratamiento desadherente emergente cuando se carecía de los anteriores. Su componente principal es el silicato de magnesio ( $Mg_3SiO_{10}(OH)_2$ ), el cual actúa foliando las masas fibrosas y por ello no absorbe grandes cantidades de agua, es un compuesto hidrofóbico debido a su conformación laminar no polar al entrar en contacto con el agua, forma grumos, los cuales recubren al huevo, inactivando la capa de mucoproteína, pero sin degradarla (Butler y Harrod, 1998). Inicialmente se usó la arcilla que se acumulaba en el fondo de los estanques, pero como no siempre está disponible o en las cantidades suficientes por lo cual, poco a poco se fue sustituyendo por el talco, que también es un silicato.

## **Cloruro de Sodio (NaCl)**

La solución con cloruro de sodio (NaCl) para la eliminación de la adherencia centra su efectividad en los mecanismos de osmorregulación que se llevan a cabo dentro de la célula, que al entrar en contacto con una solución hipotónica, trata de recobrar su homeóstasis. Sin embargo, la entrada de agua continúa provoca que la célula se hidrate y se alise, perdiendo así la adhesividad (Rodríguez, 1997; Alberts y Johnson, 2004).

## **Enzima Proteolítica de *Aspergillus oryzae***

Las aminopeptidasas son producidas por una amplia variedad de especies microbianas, incluyendo bacterias y hongos. En la fermentación de sake, una bebida alcohólica de origen japonés, las aspartil proteasas de *Aspergillus oryzae* determinan el sabor del producto final debido a la forma en que hidrolizan las proteínas del arroz al vapor para liberar péptidos y aminoácidos (Shindo et al., 1998).

## **Enzima Proteolítica Proteasa y Enzima Proteolítica Quimiotripsina**

Las enzimas proteolíticas o proteasas como: la quimiotripsina, tripsina y alcalasa son un grupo de enzimas que degradan proteínas, participan en la descomposición de largas cadenas proteicas en fragmentos cortos rompiendo el enlace peptídico que une dos aminoácidos. Las enzimas pueden provenir de origen natural a partir de leche o jugo de piña o bien, como reactivos químicos de laboratorios como la tripsina o alcalasa, ambas probadas con éxito para la especie (López *et al.*, 1996; Linhart *et al.*, 2000 y 2003).

## **Jugo de Piña**

Se debe a la acción proteolítica de la enzima bromelinasas, perteneciente al grupo de las cisteinproteasas. Enzima que está presente en los tallos y fruto de la piña (*Ananas comosus*), y actúa degradando las mucoproteínas de la membrana del huevo (López *et al.*, 1996).

## **Leche**

La composición bioquímica de la leche hace posible su empleo como solución antiadherente porque contiene proteasa, enzima proteolítica relacionada con el grupo de las cisteín proteasas que precipitan las proteínas de la capa mucoproteica del huevo y cuya actividad depende directamente del pH y la temperatura (Linhart *et al.*, 2003).

## **Solución de Woynarovich**

El NaCl de la solución fertilizante degrada la capa lipoproteica del huevo, participa en el catabolismo de los aminoácidos, constituyentes principales de las glicoproteínas que conforman la capa adhesiva; mientras la solución disolvente compuesta de ácido tánico, elimina los restos de proteínas previamente degradados (Woynarovich y Woynarovich, 1980; Belitz y Grosh, 1992).

## **Solución de Taninos y Ácido Tánico**

La solución de taninos son caracterizados por ser el segundo grupo de compuestos fenólicos de las plantas más abundantes en la naturaleza y por ser altamente tóxicos. Los taninos se clasifican en taninos hidrolizables, condensados y florotaninos.

Los hidrolizables a su vez se dividen en elagitaninos y galotaninos; éste último grupo incluye el ácido tánico (C<sub>76</sub>H<sub>52</sub>O<sub>46</sub>), con propiedades astringentes, antioxidantes así como compuesto por glucosa y ácidos fenólicos (Palacio-Arango *et al.*, 2017).

## **Aprendizaje y Habilidades**

Se adquirieron conocimientos teóricos sobre la reproducción y manipulación de la Carpa común (*Cyprinus carpio*) además de comprender la estructura, funcionamiento, y metodología de cada estudio analizado.

En cada una de las actividades se entendió a mejor detalle los métodos más relevantes y utilizados sobre el tema, así como poner en práctica las habilidades, competencias y conocimientos adquiridos durante la Licenciatura de Biología.



## **Impacto de las Actividades**

Durante los seis meses de servicio social se cumplieron con los objetivos, ya que se realizaron las actividades como lo indicó en cronograma, Por lo tanto, se espera que el presente servicio tenga un impacto importante debido a los datos y la propuesta obtenida, así como, haber dado un aporte al conocimiento sobre los métodos de desadherencia para huevos para los productores de especies con huevo adherente.

## **Conclusiones**

En los últimos once años se realizaron tres estudios sobre la desadherencia del huevo de Carpa común (*Cyprinus carpio*) con una tasa eclosión alta en los métodos: jugo de Piña y Solución de Leche.

Con el uso métodos desadherentes se presenta mayor tasa de eclosión principalmente con enzima proteasa y jugo de piña (bromelinas) esto probablemente se deba a que las enzimas degradan las cadenas de aminoácidos.

En los 21 estudios analizados, se observó que todos refieren la tasa de eclosión sin embargo solo Muchlisin *et al*, 2014 menciona el efecto directo de desadherencia, lo cual es relevante ya que todos los estudios tienen como objetivo encontrar las mejores tasas de desadherencia, de igual manera se sugiere que se tome en cuenta para próximas investigaciones la tasa de alevines ya que el objetivo de todas las investigaciones es aumentar la producción de crías de peces.

Se propone el Higo como nuevo método de desadherencia debido a que la enzima Ficina cataliza la degradación de las proteínas (proteólisis) mediante la adición de una molécula de agua en los enlaces peptídicos.

## REFERENCIAS

Asraf A., Muchlisin Z. A., Siti-Azizah M. N., 2013. Removal of eggs adhesiveness of African catfish (*Clarias gariepinus*) at different concentrations of urea solution. Aceh International Journal of Science and Technology 2(3):94-97.

Chew, A.A. 2016. Extracción y purificación de la enzima Ficina proveniente del látex del higo (*Ficus carica L.*) para su implementación en un ablandador cárnico. Universidad de San Carlos de Guatemala 70 p.

Cortez, G.A. 2010. Evaluación de tratamientos desadherentes para el huevo de Carpa Común (*Cyprinus carpio*) (linnaeus, 1758). Universidad Autónoma Metropolitana 75 p.

Errasti, M.E. 2013. Estudio de posibles aplicaciones farmacológicas de extractos de especies de bromeliáceas y su comparación con bromelina. Universidad nacional de la plata. 145 p.

Estrada-Godínez J.A, Rodríguez-Montes-de-Oca G.A, Pacheco-Marges M.R, Bañuelos-Vargas M.I, Rodríguez-Ibarra L.U. 2021. Efecto del desgomado y la temperatura sobre la eclosión de huevos del bagre, *Pangasianodon hypophthalmus*. Revista MVZ Córdoba, 26 (3).

Feledi, T., Kucska, B., & Rónyai, A. (2011). Effect of different fertilization and egg de-adhesion methods on the artificial propagation of *Siberian sturgeon*. Archives of Polish Fisheries, 19(2): 119-122.

Figueiredo-Ariki D.G, Kuradomi R.Y, De Souza T.G, Hainfellner P, Porto-Foresti F, Batlouni S.R. 2017. Adhesiveness Neutralization in Eggs of *Pseudoplatystoma fasciatum* (teleostei: siluriformes: pimelodidae). Boletim do Instituto de Pesca, v. 43, p. 11-23. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/11449/176266>>.

Grant B, Picchi N, Davie A, Leclercq E, Migaud H. Removal of the adhesive gum layer surrounding naturally fertilised ballan wrasse (*Labrus bergylta*) eggs. Aquaculture. 2016; 456:44-49.

Hosseini SH, Khara H. Effect of two egg de-adhesion methods on reproductive successes of beluga Huso huso. Rivarstvo. 2015; 73(1):26-29.

Kareem OK, Ajani EK, Akintunde MA, Olanrewaju AN, Oduntan OB. Effect of Different Fertilization and Egg Deadhesion Methods on Hatching and Survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) Fry. J Fishscicom. 2017; 11(1):21-27.

Křišťan, J., Blecha, M., & Polícar, T. (2015). Alcalase treatment for elimination of stickiness in pikeperch (*Sander lucioperca* L.) eggs under controlled conditions. *Aquaculture Research*, n/a-n/a. doi: 10.1111/are.12850

Kujawa R., Kucharczyk D., Mamcarz A., 2010 The effect of tannin concentration and egg unsticking time on the hatching success of tench *Tinca tinca* (L.) Larvae. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 20(3):339-343.

Ljubobratovic U, Csengeri I, Kucska B, Balogh E, Lengyel S, Kovács G, Adorjan A, Feledi T, Janurik E, Rónyai A. Comparison of the Procedures for Adhesiveness Removal in Pikeperch (*Sander lucioperca*) Eggs with Special Emphasis on the Effect of Tannic Acid. *Turkish J Fish Aquat Sci.* 2017; 17:461-469.

Maulidiyah V, Sulmartiwi L, Masithah E, 2019. The effect of immersion time in tannin solution towards the adhesiveness and hatching degree of the eggs of common carp (*Cyprinus carpio*). *Universidad Airlangga, Surabaya, Indonesia.*

Mizuno S., Sasaki Y., Omoto N., Imada K., 2004 Elimination of adhesiveness in the eggs of shishamo smelt *Spirinchus lanceolatus* using kaolin treatment to achieve high hatching rate in an environment with a high iron concentration. *Aquaculture* 242(1- 4):713-726.

Moroz, I. Y. & B. P. Luzhin. Dynamics of metabolism in the embryonic and early post-embryonic development of the carp *Cyprinus carpio*. *J. Ichthyol.*, 1976; 16: 964-970.

Muchlisin, Z. A., Mastura, S., Asraf, A., Fadli, N., Hendri, A., & Siti-Azizah, M. N. (2014). A preliminary study to evaluate the effects of powder milk solution on the eggs adhesiveness and fertilization rates of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 7(1), 15-19.

Pšenička M (2016) Un método novedoso para la eliminación rápida de la pegajosidad del huevo de esturión utilizando hipoclorito de sodio. *Acuicultura* 453: 73–76.

Pšenička M (2018) Desadhesión rápida de huevos de lucio *Esox lucius* utilizando hipoclorito de sodio. *Fish Physiol Biochem* 44: 1535-1539.

Rodríguez-Ibarra LE, Abdo-de la Parra MI, Rodríguez-Montes de Oca GA, MorenoHernández MS, Velasco-Blanco G, García Aguilar N, Álvarez-Lajonchere LS.

Evaluación de métodos para la eliminación de la capa adherente de los huevos de botete diana *Sphoeroides annulatus* (Pisces: Tetraodontidae). Rev. Biol. Mar Oceanogr. 2010; 45(1):147-151.

Rodríguez-Ibarra LE, Abdo-de la Parra MI, Velasco-Blanco G, González-Rodríguez BT, Domínguez-Jiménez P, García-Aguilar N, Ibarra-Castro L. Efecto de la eliminación de la capa adherente de los huevos utilizando enzima proteolítica proteasa y jugo de piña en la larvicultura del botete diana *Sphoeroides annulatus*. Rev Biol. Mar. Oceanogr. 2013; 48(2):379-385.

Shindo, S., Kashiwagi, Y., y Shiinoki, S. (1998). Sake brewing from liquefied-rice with immobilised fungal mycelia and immobilised yeast cells. Journal of the Institute of Brewing. 104:277–281.

Walker, A.B., Ward, D., Duclos, K., Peters, M., Belinsky, D.L. 2010. Surface Disinfection and Removal of Adhesiveness from Rainbow Smelt Eggs. N Am J Aquacult 72(2):158-163.

Zarski D, Krejszeff S, Kucharczyk D, PalinskaZarska K, Targonska K, Kupren K, Fontaine P, Kestemont P. The application of tannic acid to the elimination of egg stickiness at varied moments of the egg swelling process in pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). Aquac Res. 2015; 46(2):324-334.

Žibienė, G., Žibas, A., & Švirinienė, L. 2017. The effects of tannic acid on the effectiveness of egg fertilization and removing carp egg adhesiveness. In *Rural development 2017*. Aleksandras Stulginskis University. Akademija: Aleksandras Stulginskis University.