

Revista de Medicina Veterinaria e Investigación



Volumen 4 –Número 1

Agosto 2022



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN
PROYECTO HUMANISTA CRISTIANO

MEDICINA VETERINARIA

Carrera Acreditada
Diciembre 2017 - Diciembre 2024

7 AÑOS

Concepción y Puerto Montt
Presencia - Duma

Agencia Acreditadora ADC



Campus Bellavista
Sede Santiago



Campus Los Cuadros de
Presidencia, Sede Santiago



Campus Los Cuadros de
Presidencia, Sede Concepción



Campus San Carlos
Sede Santiago



Campus Puerto Montt
Sede de la Patagonia



ES EL FRUTO DE
HACER LAS COSAS BIEN

GRADOS ACADÉMICOS

Bachiller en Ciencias Veterinarias
Licenciado en Medicina Veterinaria

TÍTULO PROFESIONAL

Médico Veterinario

DURACIÓN

10 semestres

SEDES

Concepción,
De la Patagonia Puerto Montt



¿Por qué postular a Medicina Veterinaria en la USS?



Hospitales Clínicos Veterinarios propios, ubicados dentro de los campus donde se dicta la carrera, construidos y equipados para atender todo tipo de animales domésticos y exóticos, los que **incluyen Centros de Rehabilitación de Fauna Silvestre**.



Carrera acreditada por 7 años, la más alta certificación.



Intensa **actividad intrahospitalaria a partir del 2° año** y durante toda la carrera.

Carrera Acreditada

Diciembre 2017 - Diciembre 2024

7 AÑOS

Concepción y Puerto Montt
Presencia - Duma

Agencia Acreditadora ADC

Revista de Medicina Veterinaria e Investigación es publicada en forma semestral por la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad San Sebastián.

Volumen 4, Número 1, agosto de 2022

ISSN: 0719-9457 Versión en línea.

Dirección: Lientur 1457, Concepción, Región del Biobío, Chile.

Teléfono: +56 41 248 7500

Correo electrónico: meveditorial@uss.cl

Editora: AnaLía Henríquez: ana.henriquez@uss.cl

Subeditora: Juana Paola Correa: juana.correa@uss.cl

Página web: <https://www.uss.cl/ciencias-naturaleza/publicaciones/>

Revista de Medicina y Ciencias Veterinarias estará bajo licencia *Creative Commons 3.0* (CC BY-NC-ND), autorizando la publicación del contenido, **siempre y cuando** sea correctamente citada su fuente y autoría.



Revista de Medicina Veterinaria e Investigación

ISSN: 0719-9457 Versión en línea

Volumen 4

Número 1

agosto de 2022

EDITORA: AnaLía Henríquez, MV, DCs

SUBEDITORA: Juana Paola Correa, MV, DCs.

COMITÉ EDITORIAL René Garcés, MV, DMV.

Diana Echeverry, MV, DCs.

Daniel Medina, Ing. Mg. PhD.

Juan Pablo Pontigo, BQ, PhD.

Lucía Azocar, MV, DCs.

Contenido

Editorial	6
Funiculitis Séptica Persistente Post- Castración en Equino	7
Caracterización de la percepción ciudadana de sus interacciones con la gaviota dominicana (<i>Larus dominicanus</i>) en las comunas de Talcahuano y Concepción (Chile).....	15
Terapia celular en felinos: Actualización y futuras perspectivas.	30
Revisión bibliográfica sobre el uso de probióticos y su potencial aplicación en el cultivo de salmónidos en Chile.....	42
Instrucciones para los autores.	55
Lista de comprobación de envíos	59

Editorial

Estimadas y estimados Colegas, con gran satisfacción les presento un nuevo volumen de la Revista de Medicina Veterinaria e Investigación, formato digital, de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad San Sebastián, con sedes en las ciudades de Concepción, Puerto Montt y Santiago.

Desde el año 2019 a la fecha, hemos vivido tiempos difíciles, cuya realidad ha superado nuestras capacidades de imaginación y de asombro, y ha puesto a prueba la resiliencia y la solidaridad del ser humano.

En pleno período de modernización institucional, en el cual nuestra Universidad se prepara para obtener una acreditación de excelencia en el próximo proceso que se avecina, y fieles a nuestra misión, hemos decidido potenciar el desarrollo de nuestra investigación, con líneas de trabajo definidas, y la formación de un importante equipo de investigadores, con presencia en las tres sedes de la Escuela, y en forma complementaria, mantener la vigencia y fortalecer la presente revista, con el objeto de fomentar la investigación y difundir el conocimiento científico.

Agradezco a todos quienes han colaborado en su elaboración, y en forma especial a los autores que han confiado en nosotros.

Dr. Álvaro Berríos Salas
Decano
Facultad de Ciencias de la Naturaleza
Universidad San Sebastián

Funiculitis Séptica Persistente Post- Castración en Equino

Fernando Jiménez P¹, Víctor Giacomozzi C.¹, René Ramírez P¹.

¹ Facultad de Ciencias de la Naturaleza, Escuela de Medicina Veterinaria Universidad San Sebastián, Puerto Montt Chile

✉ Fernando Jiménez Parra: Fernando.jimenez@uss.cl

Resumen

Un ejemplar equino macho castrado, fina sangre chileno con 8 años, fue remitido hacia la Clínica Veterinaria Mayor de la Universidad San Sebastián Sede Patagonia, Puerto Montt. Al ser evaluado presentó una fístula en la zona escrotal con drenaje de una secreción mucopurulenta, además presentaba un engrosamiento de la zona inguinal y a la palpación se podía palpar el cordón espermático engrosado, en la ecografía se observó una estructura hiperecogénica en el remanente del cordón espermático que lleva a sospechar de algún cuerpo extraño que este reactivando la infección. No presentó compromiso de su estado general. Respondió de manera intermitente al tratamiento con antibióticos y antiinflamatorios no esteroideos, llegando a disminuir la inflamación de la zona escrotal y el drenaje de la secreción por un tiempo determinado, volviendo la inflamación y drenaje de la secreción mucopurulenta, luego de algunos días. Se decidió realizar la extracción de la porción del cordón espermático que presentaba una fibrosis y encapsulamiento del cuerpo extraño. El paciente permaneció 15 días hospitalizado con cuidados de enfermería, tiempo al cual presentó una recuperación satisfactoria.

Palabras claves: Equino, Funiculitis, Séptico, Fibrosis, Fístula, Cordón Espermático

Abstract

An 8-year-old Chilean pure breed gelding was referred to the San Sebastian University's Equine Hospital, located in Puerto Montt, Chile. Initially, the clinical evaluation revealed a fistula in the scrotal region with drainage of mucopurulent secretion, it also presented enlargement of the inguinal area, and thickening of the spermatic cord could be palpated. Scrotal ultrasound revealed a hyperechogenic structure in the remnant of the spermatic cord that leads to suspect a foreign body was involved in the infection. His general condition was not compromised. It presented an intermittent response to treatment with antibiotics and non-steroidal anti-inflammatory drugs, reducing the inflammation of the scrotal area and the drainage of the secretion for a certain time, which returned after a few days. It was decided to remove the portion of the spermatic cord that presented fibrosis and encapsulation of the foreign body. The patient remained hospitalized for 15 days with nursing care, achieving a satisfactory recovery.

Key words: Equine, Funiculitis, Septic, Fibrosis, Fistula, Spermatic Cord

Introducción

La castración es uno de los procedimientos quirúrgicos más comunes en la práctica equina (Claffey et al., 2018; Duggan et al., 2021; Koenig et al., 2019) describiéndose, para su realización, tres

técnicas generales: abierta, semicerrada y cerrada (Kilcoyne & Spier, 2021; Rosanowski et al., 2018); además de ser posible su realización con el animal sedado en estación o bajo anestesia general (Kilcoyne & Spier, 2021; Racine et al., 2019).

A pesar de ser una cirugía relativamente rutinaria, se asocia a un gran número de complicaciones como edema en la zona, hemorragia, hernias, infecciones del cordón espermático (funiculitis) o de la incisión quirúrgica; incluso peritonitis y muerte (Claffey et al., 2018; Duggan et al., 2021; Kilcoyne & Spier, 2021; Koenig et al., 2019; Rosanowski et al., 2018). Estas complicaciones se describen en rangos entre el 10.2% y el 60% de los equinos sometidos a castración (Kilcoyne et al., 2013; Rosanowski et al., 2018).

En estudios previos sobre complicaciones post castración realizadas con el equino en estación, de 250 caballos totales, 55 de ellos (36,7%) sufrieron funiculitis séptica posterior a la realización del procedimiento (Rosanowski et al., 2018), aunque estos porcentajes disminuyen al analizar estudios similares en donde se evalúa el procedimiento bajo anestesia general, describiéndose prevalencias cercanas al 5% (Claffey et al., 2018). En general, la funiculitis séptica ocurre como consecuencia de la infección escrotal en el sitio de incisión o del uso de instrumental (emasculador o material de sutura) contaminado (Kilcoyne & Spier, 2021); definiéndose como “cordón cirrótico” cuando este proceso infeccioso se vuelve crónico, con descarga de material purulento (Claffey et al., 2018; Comino et al., 2022).

Históricamente, esta condición se asocia a la presencia de *Staphylococcus spp.* (Kilcoyne & Spier, 2021), sin embargo, existen estudios que describen *Streptococcus equi subesp. zooepidemicus* como la bacteria más frecuentemente aislada, seguida de *Staphylococcus aureus*, *Actinomyces spp.* y *Bacteroides spp.* (Claffey et al., 2018)

Clínicamente, la funiculitis séptica se presenta con edema del escroto y/o prepucio, fiebre, claudicaciones en miembros posteriores (Duggan et al., 2021) y descarga purulenta desde la incisión (Claffey et al., 2018). A la palpación, se aprecia un engrosamiento marcado del cordón espermático, pudiendo incluso alcanzar el canal inguinal y ser detectado mediante palpación transrectal (Claffey et al., 2018; Duggan et al., 2021). Siendo el tratamiento de elección la resección quirúrgica del tejido infectado, resultando en una cirugía desafiante por el

alto grado de fibrosis y fistulas que se encuentran en casos crónicos (Claffey et al., 2018; Comino et al., 2022; Duggan et al., 2021).

El propósito del presente reporte es exponer la resolución quirúrgica de un caso de funiculitis séptica presentado en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad San Sebastián, Sede Patagonia.

Materiales Y Métodos

Se realizó una premedicación con Xilazina 0,5 mg/kg y una inducción con Ketamina 3 mg/kg asociado a Diazepam 0,05 mg/kg intravenoso, se ubicó en decúbito dorsal realizando la asepsia del área escrotal, prepucio y zona inguinal para que después se coloque un paño de campo estéril evitando así la mínimo contaminación del área. Posterior a la asepsia se realiza una incisión en la piel siguiendo la orientación del cordón espermático cirrótico (Figura N.º 1) donde pudimos ver una gran cantidad de adherencias y neovascularización rodeando el cordón espermático (Figura N.º 2). Lo que nos llevó a ir debridando por alrededor de este cordón hasta aislarlo completamente de las adherencias e ir generando hemostasis en los vasos sanguíneos con pinzas hemostáticas o puntos de transfixión en vasos sanguíneos con un calibre mayor (Figura N.º 3). Cuando se obtuvo la separación completa del cordón espermático cirrótico introducimos una aguja espinal de 20 g 90 mm por el orificio externo de la fístula, así pudimos estimar la profundidad donde se encontraba el cuerpo extraño (Figura N.º 4). Ubicada la localización del cuerpo extraño, procedimos a realizar un punto de transfixión con sutura de ácido poliglicólico absorbible N.º 1 lo más dorsal posible del cordón espermático (Figura N.º 5), y posteriormente con un emasculador marca Hauptner modelo Serra mantuvimos por 5 minutos por ventral de nuestro punto de transfixión y logramos sacar la masa fibrótica que es encontraba en su interior un cuerpo extraño asociado a un material quirúrgico no absorbible (Figura N.º 6). Luego se realizó un drenaje con gasa estéril en rollo (4 metros) realizando una incisión de la piel por al lado de la incisión realizada anteriormente y se fija con un punto simple. Se suturó la piel con un patrón en cruz discontinuo simple con

suturas no absorbible de nylon N.º 1 (Figura N.º 7). Los manejos hospitalarios consistieron en una terapia antibiótica con Penicilina G Procaína asociada a dihidroestreptomicina y Dexametasona 0,02 mg/kg/cid y antiinflamatorio no esteroideos los

primeros tres días con flunixin meglumine 1,1 mg/kg/cid por tres días y posterior fenilbutazona dosis 2,2 mg/kg/Bid por 7 días. El drenaje se comenzó a retirar alrededor de las 48 hrs post cirugía, sacando 1 metros de gasa en cada extracción.

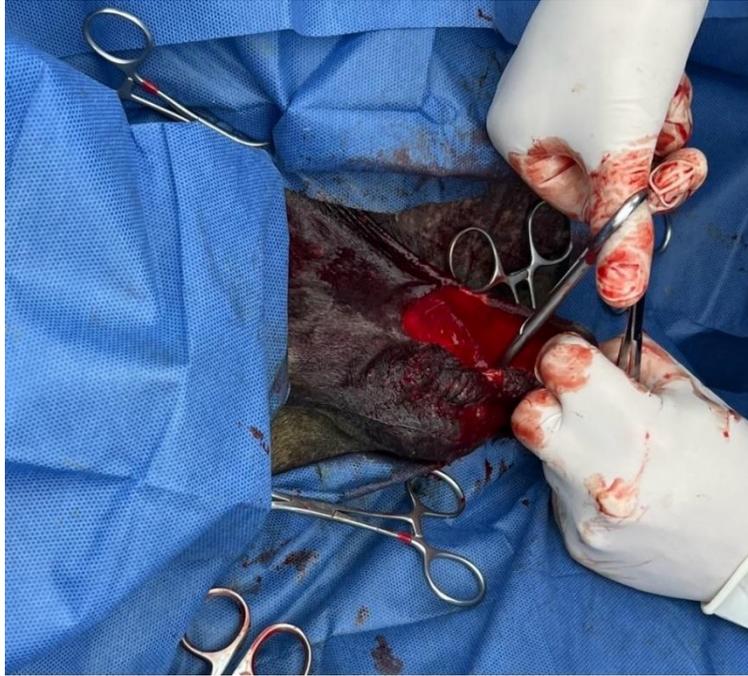


Figura 1. Incisión en piel, con la orientación del cordón espermático quirúrgico.

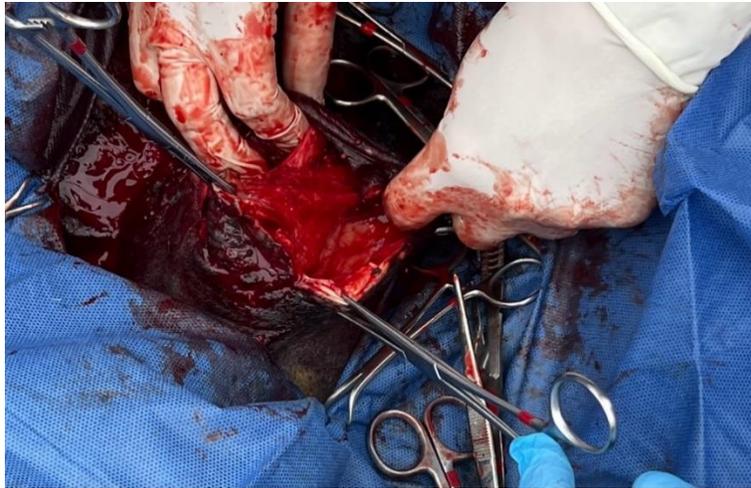


Figura 2. Adherencias del cordón cirrótico.

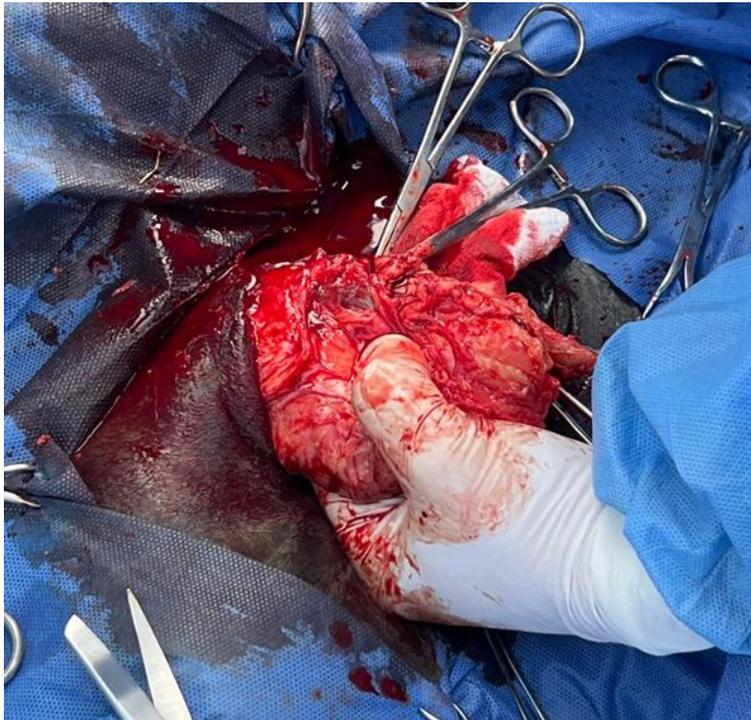


Figura 3. Hemostasis en vasos sanguíneos con pinza hemostática.

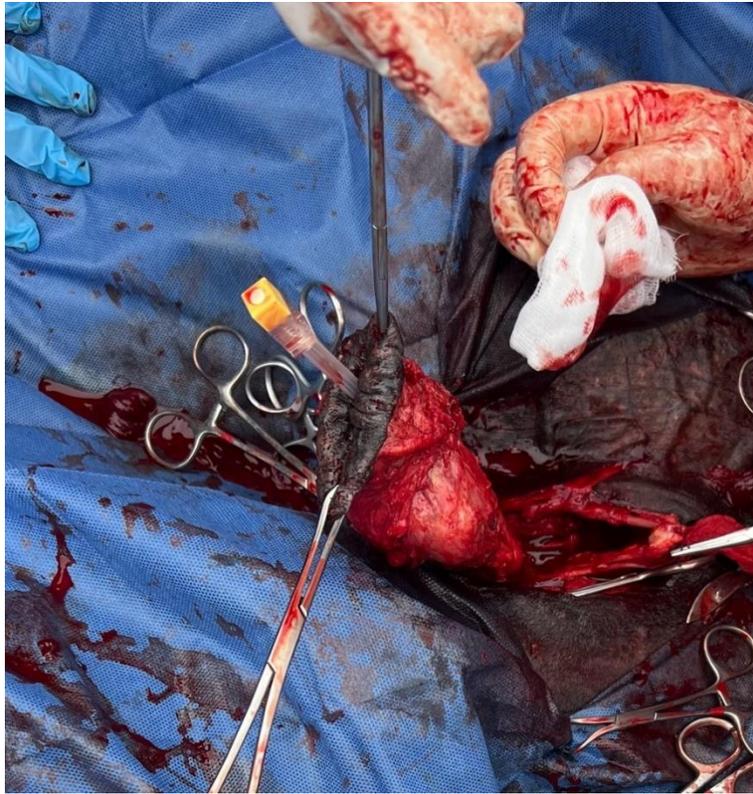


Figura 4. Colocación de aguja espinal en el agujero externo de la fístula.



Figura 5. Punto de transfixión en cordón espermático sano.

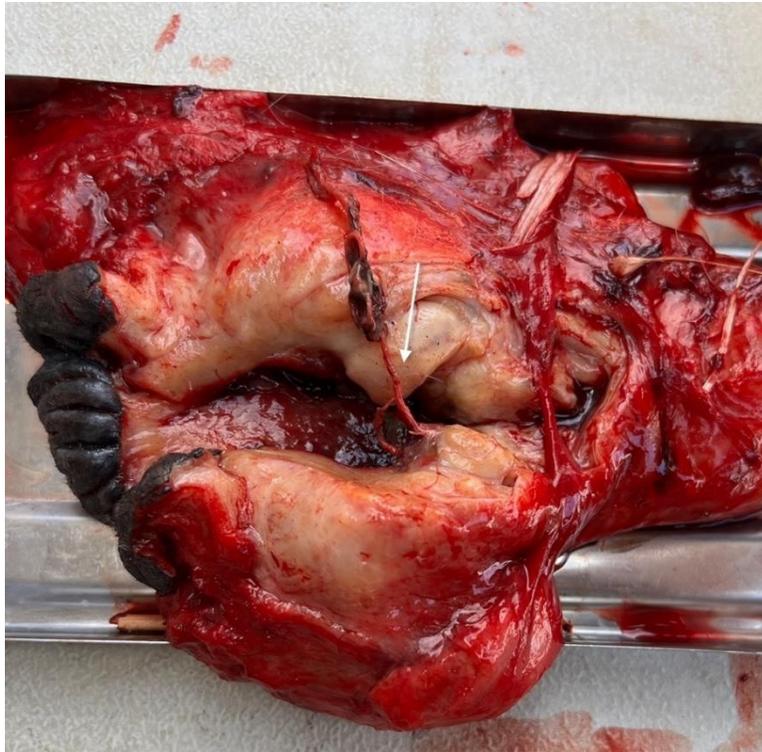


Figura 6. Cuerpo extraño encontrado dentro del cordón cirrótico.

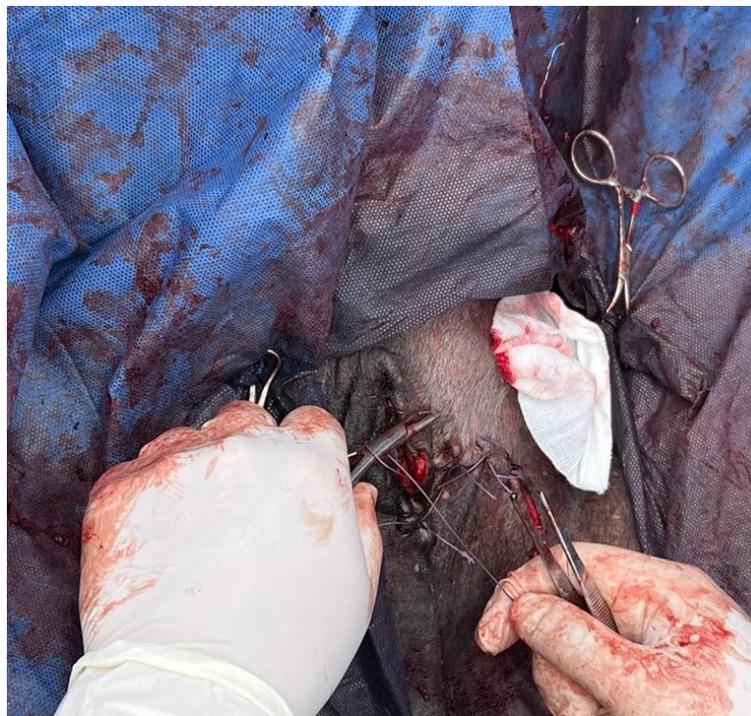


Figura 7 Drenaje con gasa estéril y patrón de sutura en cruz discontinuo en piel.

Discusión

La infección del cordón espermático puede atribuirse al drenaje inadecuado del coágulo formado o a la falta de mantenimiento de la técnica durante la orquiectomía, generalmente relacionada con el uso de hilo quirúrgico contaminado (Pollock, 2012). Desconociéndose qué sutura fue la ocupada al ligar el cordón espermático, es probable que estuviera contaminado actuando como un cuerpo extraño, imposibilitando la resolución de la infección y favoreciendo la permanencia de este proceso infeccioso. Estos datos son consistentes con lo descrito por Kilcoyne et al. (2013), quienes afirman el potencial de la ligadura para actuar como foco infeccioso en el sitio. Los principales signos clínicos de la funiculitis son variables e incluyen: claudicación, edema y secreción crónica en el escroto y la región inguinal, que pueden manifestarse después de meses o años de castración (Schumacher, 2012).

El tratamiento de la funiculitis se basa en el uso de antimicrobianos asociados al drenaje del contenido purulento, como la lanceta del absceso o la escisión quirúrgica del muñón infectado (Schumacher, 2012),

en nuestro caso se utilizó una asociación de antibióticos, analgésicos y antiinflamatorios, todo esto luego de la extracción total de la zona infectada y abscedada.

Complicaciones como la funiculitis séptica también pueden evitarse con el uso de fármacos antimicrobianos en el período preoperatorio (Kilcoyne, 2013). Este tipo específico de infección local es causada por la bacteria *Staphylococcus aureus*, pudiendo pasar años después de la castración para la manifestación clínica del proceso infeccioso, y rara vez se observa su ascenso al abdomen, siendo posible en casos extremos la identificación de masas firmes (abscesos) sobre el anillo inguinal interno, a través de la palpación rectal (Pollock, 2012; Schumacher, 2012)

Agradecimientos

Se Agradece a todos los funcionarios, pasantes e internista de la Clínica de animales mayores de la Universidad San Sebastián Sede Patagonia Puerto Montt, por su labor y desempeño en el curso del caso clínico, tanto en el procedimiento quirúrgico como los cuidados y manejos postoperatorios.

Referencias

- Claffey, E. F., Brust, K., Hackett, R. P., & Fubini, S. (2018). Surgical management of postcastration spermatic cord stump infection in horses: A retrospective study of 23 cases. *Veterinary Surgery*, 47(8), 1016-1020. <https://doi.org/10.1111/vsu.12954>
- Comino, F., Röcken, M., & Gorvy, D. (2022). Standing laparoscopy combined with a conventional inguinal approach to treat extended septic funiculitis in 12 horses. *Veterinary Surgery*, vsu.13809. <https://doi.org/10.1111/vsu.13809>
- Duggan, M., Mair, T., Durham, A., Pengelly, T., & Sherlock, C. (2021). The clinical features and short-term treatment outcomes of scirrhus cord: A retrospective study of 32 cases. *Equine Veterinary Education*, 33(8), 430-435. <https://doi.org/10.1111/eve.13343>
- Kilcoyne, I., & Spier, S. J. (2021). Castration Complications. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 37(2), 259-273. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2021.04.002>
- Kilcoyne, I., Watson, J. L., Kass, P. H., & Spier, S. J. (2013). Incidence, management, and outcome of complications of castration in equids: 324 cases (1998–2008). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 242(6), 820-825. <https://doi.org/10.2460/javma.242.6.820>
- Koenig, J. B., Sinclair, M., & Sorge, U. S. (2019). Comparison of the use of a braided multifilament transfixation suture for field castration with other castration techniques. *Equine Veterinary Education*, 31(8), 427-431. <https://doi.org/10.1111/eve.12816>
- Racine, J., Vidondo, B., Ramseyer, A., & Koch, C. (2019). Complications associated with closed castration using the Henderson equine castration instrument in 300 standing equids: RACINE ET AL. *Veterinary Surgery*, 48(1), 21-28. <https://doi.org/10.1111/vsu.12960>

Rosanowski, S. M., MacEoin, F., Graham, R. J. T. Y., & Riggs, C. M. (2018). Open standing castration in Thoroughbred racehorses in Hong Kong: Prevalence and severity of complications 30 days post-castration. *Equine Veterinary Journal*, 50(3), 327-332. <https://doi.org/10.1111/evj.12758>

Kilcoyne, I. (2013). Equine castration: a review of techniques, complications, and their management. *Equine Veterinary Education*, 25(9), 476-482.

Pollock, P. J. (2012). Complications of castration: Part 2. *Companion Animal*, 17(6), 4-8.

Mattos Carvalho, A., da Silveira Xavier, A. B., dos Santos, J. P. V., Munhoz, T. C. P., da Rocha, W. B., Yamauchi, K. C. I., & Toma, H. S. (2017). Abscesso abdominal pós-castração em equino-Relato de caso. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 24(3).



Caracterización de la percepción ciudadana de sus interacciones con la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) en las comunas de Talcahuano y Concepción (Chile).

Yolanda Delgadillo T., Juana P. Correa¹

¹Facultad de Ciencias de la Naturaleza, Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad San Sebastián, Concepción, Chile.

✉ Juana P. Correa: juana.correa@uss.cl

Resumen

El continuo crecimiento de las ciudades ha generado un aumento en las interacciones de las personas con fauna silvestre. Las perturbaciones que las ciudades generan sobre la fauna silvestre han provocado una disminución significativa en la biodiversidad, pero las ciudades también han favorecido el aumento poblacional de especies con mayor capacidad de adaptación, como la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*). Esto es debido a que las ciudades ofrecen un importante suministro de alimentos y sitios de anidación, lo cual ha llevado a que esta especie se sitúe como un integrante de la fauna urbana en diversas ciudades, tanto costeras como interiores. Existen diversos estudios sobre la ecología urbana de algunas especies de gaviotas y de los conflictos que existen entre estas y las personas. Sin embargo, en Concepción y Talcahuano (Chile) no existen estudios que describan las relaciones entre los habitantes de estas comunas y estas aves. En el presente estudio se caracterizaron las interacciones y la percepción de la ciudadanía en relación a la gaviota dominicana, mediante la aplicación de una encuesta a personas que habitan, estudian o trabajan en estas comunas.

Los resultados de este estudio indican que las interacciones de las personas con la gaviota suelen ser indirectas, destacándose las actividades recreativas y educativas, y los conflictos están asociados con los excrementos y ruidos molestos. No obstante, la percepción de la gaviota tiende a ser positiva, valorándose muy bien por sus aspectos estéticos, importancia para el ecosistema y sus aspectos utilitarios. Se detectó una asociación significativa entre la frecuencia y naturaleza (positiva-negativa) de las interacciones con la gaviota y la percepción que los encuestados tienen de ella, no existiendo esta relación con las variables sexo, edad, nivel de estudios o socioeconómico de las personas.

Palabras clave: Gaviotas, Interacciones con fauna urbana, Percepciones acerca de fauna urbana.

Abstract

The continued growth of cities has led to an increase of interactions between people and wildlife. The disturbances that cities generate on wildlife have caused a significant decrease in biodiversity, but also the cities have favored the population increase of highly adaptable species, like the Kelp gull (*Larus dominicanus*). This is because cities offer an important supply of food and nesting sites, explaining why this species is a member of the urban wildlife in various coastal and inland cities. There are several studies on the urban ecology and conflicts between seagulls and people.

However, at Concepción and Talcahuano (Chile), there are no studies describing the relationships between people of these communes and the seagulls. The present study characterizes the interactions and the perception that exists about the Kelp gull, by applying a survey to people who live, study or work in the communes.

The results of this work indicate that interactions between people and Kelp gull are usually indirect, standing out recreational and educational activities; conflicts are associated with droppings and annoying noises. However, the perception about Kelp gull tends to be positive, being positively valued for its aesthetic aspects, ecosystem importance and utilitarian aspects. It was found a significant association between the frequency and nature (positive-negative) of the interactions with the Kelp gull and the perception of people surveyed of this bird species, not existing a relationship with the variables sex, age, educational level or socioeconomic

Keywords: Seagulls, Urban wildlife interactions, urban wildlife perceptions.

Introducción

El aumento de la población humana, con el consecuente proceso de urbanización, genera impactos sobre los ecosistemas naturales y modificación de la biodiversidad, lo que puede ser desfavorable para varias especies. La urbanización constituye un proceso de homogenización biótica, que se demuestra a través del gradiente urbano: las especies nativas disminuyen hacia el núcleo, mientras que las exóticas aumentan; es así como en diferentes ciudades del mundo se pueden ver similitudes en su composición de flora y fauna (McKinney, 2006). Sin embargo, en las especies de fauna silvestre existen diferentes grados de respuesta, negativos o positivos, a la urbanización. Factores extrínsecos como la disponibilidad de alimentos, hábitats potenciales y reducción de depredadores (Marzluff, 2001), y factores intrínsecos como las características tróficas y la capacidad para adaptarse a los hábitats urbanos de la especie (McKinney, 2006), permiten que algunas de ellas puedan beneficiarse de estos ambientes. Considerando esto, han surgido intentos para categorizar las respuestas de la fauna silvestre a la urbanización. Así, las especies que habitan ambientes urbanos pueden considerarse como “explotadores”, “adaptadores” y “evitadores” urbanos (Blair, 1996; McKinney, 2006), o “evitadores”, “usuarios” y “habitantes” urbanos (Fischer et al., 2015). Las especies que suelen estar presentes en las áreas urbanas a menudo se ven beneficiadas al vivir cerca del humano (como comensales), suelen poseer una

menor especialización alimentaria, de hábitat y de lugar de reproducción (McKinney, 2006), lo cual le permite adaptarse y aprovechar los recursos antropogénicos. Las aves son un grupo de animales comunes en las áreas urbanas, y debido a que han tenido un gran foco de atención, es posible encontrar una síntesis de los diferentes aspectos de las interacciones con el humano en el trabajo realizado por Clucas y Marzluff (2011).

Las interacciones entre la fauna urbana y el humano pueden ser positivas, neutras y negativas, simultáneas y bidireccionales (humano↔fauna), pudiendo además clasificarse como directas e indirectas y, además, variar en diferentes escalas de intensidad y frecuencia (Soulsbury y White, 2019). Estas interacciones han sido objeto de numerosos estudios, estando el enfoque habitualmente centrado en los conflictos o interacciones negativas (Bhatia et al., 2020), ya que suelen ser más cuantificables que las interacciones positivas. Mientras que los conflictos se encuentran más relacionados con el impacto negativo sobre los intereses propios del humano, o daños en su propiedad (Soulsbury y White, 2016 y 2019), las interacciones positivas se encuentran ligadas principalmente al bienestar y salud que pueden entregar las especies de fauna silvestre como componentes de la naturaleza, por ejemplo, por medio de los servicios ecosistémicos culturales (Belaire et al., 2015; Chan et al., 2012; Cox et al., 2017). Los conflictos asociados a gaviotas en ambientes humanos incluyen la colocación de nidos

en techos de viviendas y edificios, los excrementos que generan daños de infraestructura, molestias por la suciedad, riesgo de transmisión de patógenos, ruidos, agresiones a personas, además de ser una interferencia en actividades como la aeronavegación, entre otros (Beasley, 2017; Belant; 1997; Rock; 2005). La frecuencia y tipo de interacciones pueden moldear las respuestas culturales de las personas hacia las especies, como lo son el comportamiento y las percepciones (Clucas y Marzluff, 2011). Las percepciones, entendidas como las ideas que poseen las personas respecto a una entidad, son un proceso individual y colectivo. Generalmente se expresan en la forma en que se vincula la fauna con el humano, y como el humano le asigna utilidad, o valoraciones que pueden ser negativas o positivas (Manzano-García y Martínez, 2017). Desde el punto de vista del manejo de la vida silvestre, el impacto que tienen las experiencias de las personas con las especies silvestres puede aportar antecedentes para identificar el manejo apropiado para la especie (Decker et al., 2004).

La gaviota dominicana (*Larus dominicanus*, Charadriiformes, Laridae), conocida en Chile como gaviota o caucau, es un ave cosmopolita, teniendo una amplia distribución en el hemisferio sur. Esta especie habita principalmente en las costas, pero puede encontrarse hacia el interior asociada a cuerpos de agua como ríos y lagos (Garrido, 2018). En los Censos Nacionales de Aves Acuáticas de 2011 y 2012 la gaviota dominicana representó entre el 6,7% y 17,8% de la abundancia de aves acuáticas presentes en humedales en el total de los sitios censados (SAG, 2012), lo que revela la importancia y representatividad de la esta especie a nivel nacional. La gaviota dominicana nidifica en sustratos que pueden variar de arena a rocas, también puede variar de pendientes muy bajas hasta acantilados (Figuroa, 2010), pudiendo encontrar similitudes de estos con algunas infraestructuras urbanas, por lo cual es posible encontrar nidos en techos de vivienda, edificios, entre otros (Chávez-Villavicencio, 2014). Además, es documentado el uso de residuos por parte de la gaviota en la conformación de nidos en ambientes urbanizados, como lo son cuerdas,

plásticos u escombros (Witteveen et al., 2017). Su alimentación varía según la ubicación geográfica, recursos disponibles y grado de perturbación humana, incorporando moluscos, crustáceos, peces y basura en su dieta (Bertellotti, 1998). Se ha relacionado la cercanía de las colonias de gaviotas a vertederos o entornos urbanos con la presencia de basura en la dieta, implicando un problema para la salud pública debido que la gaviota puede actuar como reservorio de patógenos que pueden afectar tanto a humanos como animales domésticos, como *Salmonella enterica*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, entre otros (Ebert et al., 2016.; La Sala et al., 2013). Además, se ha documentado que la alimentación con basura en los polluelos incrementa su adecuación a esta fuente en la medida que se va desarrollando (Lenzi et al., 2019). Otra fuente no menos importante son los descartes pesqueros, los cuales se han relacionado con mejoras reproductivas y aumento de población en gaviotas (Giaccardi y Yorío, 2004; González et al., 2017). Su baja especialización alimentaria y de hábitat le ha permitido explotar recursos y residuos antropogénicos, lo que podría explicar la tendencia poblacional creciente en todo el mundo, siendo clasificada en el Libro Rojo de la IUCN en estado de conservación de preocupación menor "least concern" (Birdlife International, 2018).

En las comunas de Talcahuano y Concepción, la gaviota dominicana se encuentra presente tanto en el borde costero como en el centro de la ciudad (Soychile.cl, 2018), sin embargo, a nivel local, no existen estudios que identifiquen las interacciones de los habitantes de estas comunas con esta especie de ave. En este contexto, el presente trabajo planteó como objetivo caracterizar en los habitantes de las comunas ya mencionadas, el tipo de interacción que reportan con la gaviota dominicana, así como su percepción y valoración respecto a esta especie.

Materiales Y Métodos

Sitio de estudio

El estudio se realizó en la zona zosterica de la región del Biobío, en las comunas de Talcahuano (36°43'29.8" S 73°7.01' O) y Concepción (36°49'37.2" S 73°2.986' O),

en las que más un 98% de los habitantes viven en zonas urbanas (Instituto Nacional de Estadística, 2020). Esta zona posee un clima mediterráneo oceánico (Csb, Sistema Köppen-Geiger) (Climate-data.org), con veranos templados y cálidos, e inviernos frescos y fríos, con una mayor concentración de lluvias del año.

Metodología

Para el desarrollo de este estudio se desarrolló y aplicó una encuesta online entre febrero y mayo del 2021 mediante la plataforma Google Surveys'. En el diseño de las preguntas se utilizaron escalas de valoración y actitud, las cuales son ampliamente utilizadas para medir opiniones y conductas de las personas. En la encuesta, luego de una instancia de consentimiento informado, se organizaron las preguntas en las siguientes secciones:

- I. Datos del encuestado: edad, sexo, lugar de residencia, años de residencia en las comunas, nivel educacional y nivel socioeconómico.
- II. Registro de presencia de la gaviota dominicana (preguntas 1 a 5): preguntas cerradas para identificar el grado de conocimiento de la gaviota en sus distintas etapas de desarrollo, así como la percepción de cambios en su abundancia poblacional en la última década; y observación de la abundancia de esta ave en distintos ambientes, estaciones del año y momentos del día, según una escala de intensidad de 5 puntos (1 "no hay" a 5 "son muy abundantes").
- III. Interacciones con gaviota dominicana (pregunta 6): preguntas cerradas para identificar la frecuencia con que las personas interactúan de forma directa o indirecta con la gaviota dominicana. Las preguntas se formularon en base a interacciones con gaviotas reportadas en la literatura. Se utilizó una escala de valoración de intensidad de 5 puntos (1 "nunca", 5 "siempre"), con enunciados describiendo interacciones positivas y negativas.
- IV. Percepción y valoración
 - a) Valoración (preguntas 7 y 8): Se utilizaron enunciados de valoración positiva y negativa adaptados de un estudio de percepción de

aves de vecindario (Belaire et al., 2015) (escala de actitud de Likert de 5 puntos, 1 "muy en desacuerdo", 3 "indiferente", 5 "muy de acuerdo").

- b) Percepción (pregunta 9): mediante el uso de adjetivos contrapuestos (adaptado de Vera 2016), se evaluó la percepción de la gaviota dominicana (escala de diferencial semántico de 1 a 5, 1 más cercano a atributo negativo, 3 neutro, 5 más cercano a atributo positivo).
- V. Manejo: pregunta cerrada (n° 10) para saber si el encuestado piensa que la gaviota dominicana necesita un manejo/control para reducir o favorecer las interacciones, y pregunta abierta (n° 11) en la cual el encuestado puede manifestar de qué forma la especie puede ser manejada.

Análisis de datos

Se utilizó estadística descriptiva para caracterizar los datos socioeconómicos de los encuestados, mientras que, para las preguntas de interacción, valoración y percepción de la gaviota dominicana, se desarrollaron los siguientes índices:

A. Índice de frecuencia de interacciones

A.1. Interacciones Positivas (IP): Promedio (Preg. 6.1 a 6.5)

A. 2. Interacciones Negativas (IN): Promedio (Preg. 6.6 a 6.14)

A. 3. Puntaje general de interacciones: Promedio (Preg. 6.1 a 6.14).

B. Índices de Valoración de especie (para cada enunciado se calculó el valor promedio)

B. 1. Índice de Valoración Positiva (VP) = Promedio (Preg. 7.1 a 7.8)

B. 2. Índice de Valoración Negativa (VN) = Promedio (Preg. 8.1 a 8.6)

B. 3. Valoración general promedio= (VP) – (VN)

C. Índice de percepción de especie (para cada adjetivo se calculó el valor promedio)

Índice de percepción (IPe): Promedio (Preg 9.1 a 9.8)

Para evaluar asociación entre las variables interacción (IP y IN) y los datos socioeconómicos (sexo, edad y nivel educacional), se utilizó una prueba de probabilidad exacta de Fisher.

Se utilizó una prueba de correlación de Spearman para evaluar asociación entre:

- Índice de Percepción (IPe) con valoración de la gaviota (VP/VN)
- Variables socioeconómicas (edad, nivel de estudios, nivel socioeconómico) con IP, VP y VN.
- Índice de interacciones (IP, IN) con Índice de valoración (VP, VN)
- Índice de interacciones (IP, IN) con índice de percepción (IPe)

Resultados

Datos generales

Se obtuvo un total de 369 encuestas válidas, es decir, provenientes de personas que viven, trabajan o estudian en las comunas de Concepción o Talcahuano, siendo el instrumento contestado en un 61% por mujeres y 38% hombres. El rango etario de los encuestados fue entre 17 a 70 años, con un 51% de los participantes menores de 30 años. Un 75% de los encuestados indicó tener nivel de estudios superiores ya sea incompletos o completos y pertenecer a los grupos C2 o superior. Un 53% reportó vivir en Concepción y 28% en Talcahuano, mientras que un 78% indica trabajar o estudiar en la comuna de Concepción, y un 17% lo hace en Talcahuano.

Nivel de conocimiento de la gaviota dominicana

La gaviota dominicana adulta fue el estado de desarrollo mejor identificado por los encuestados

(96% de reconocimiento), seguido de la gaviota juvenil y polluelos (52% y 38%, respectivamente). Para la evaluación de la abundancia se reagruparon los puntajes en tres categorías (1 punto= "No hay"; 2 y 3 puntos= "escasas"; 4 y 5= "abundantes" y "No sabe"). Se reportó que esta ave es observada con mayor abundancia ("abundantes") en el borde costero (86% de las respuestas, Fig. 1), sin embargo, un 45% la observa con alta abundancia en su sitio de trabajo, estudio o en el hogar, siendo estas respuestas de encuestados principalmente de la comuna de Concepción. La gaviota dominicana se encuentra presente durante todo el año, pero se identifica con mayor abundancia durante la temporada de verano-primavera (78,9% y 68%, respectivamente), decreciendo durante el otoño e invierno (50,1% y 40,4% respectivamente). Además, se identifica una mayor actividad ("abundantes") durante el día (94,1%), decreciendo durante la mañana y atardecer (58,8% y 55,6%, respectivamente), siendo mínima su abundancia en la noche (15,2%). En cuanto a la variación de la población de la gaviota dominicana durante los últimos 10 años, y considerando solamente a los encuestados que reportan vivir en las comunas de estudio en un periodo igual o mayor a 10 años (n=240), un 37% de los encuestados indica que las gaviotas han aumentado, no obstante, existen diferencias entre comunas, siendo la comuna de Concepción donde se indica un mayor percepción de aumento de esta especie (46,2%, n=143), mientras que la comuna de Talcahuano informa que ha disminuido o se ha mantenido (36,1% y 32% respectivamente, n=97).

Interacciones con la gaviota dominicana

En términos generales las interacciones reportadas con la gaviota dominicana no suelen ser muy frecuentes, observándose un puntaje general de interacciones \pm desviación estándar (DE) de $1,7 \pm 0,6$ (escala de 1 a 5), y 79% de respuestas que indican que nunca o rara vez ocurren. De las interacciones existentes, se destacan aquellas que son positivas y/o negativas indirectas (Tabla I). Las interacciones positivas que destacan son aquellas de valor cultural, como observar u fotografiar a la especie (24% de

encuestados lo reporta como “siempre” o “casi siempre”, en adelante “S+CS”) o bien utilizarla como recurso de educacional (21% “S+CS”). Las interacciones directas gaviota-hombre, como alimentar (2% “S+CS”) o prestar ayuda a ejemplares de esta especie (7%, “S+CS”) son más frecuentes que aquellas que implican agresión o daño directo (Herir o causar muerte 1%, Destruir o trasladar nido 1%; Ser agredido 2%; Agredir o molestar 2% “S+CS”). Por otra parte, las interacciones indirectas que implican que la gaviota descanse (30% “S+CS”) o haga nidos en la propiedad o lugar de trabajo (19% “S+CS”) son más

frecuentes. A lo anterior se puede asociar las interacciones que se relacionan con daños en propiedad por fecas y nidos (fecas 17%, nidos 8% “S+CS”) o afectaciones por ruidos (18% “S+CS”), sean más comunes entre las interacciones negativas.

No se detectó relación entre la frecuencia de interacciones (positivas y negativas) y las variables sociodemográficas como el sexo ($p=0,461$), edad ($p=0,249$), nivel educacional ($p=0,335$) y nivel socioeconómico ($p=0,183$).

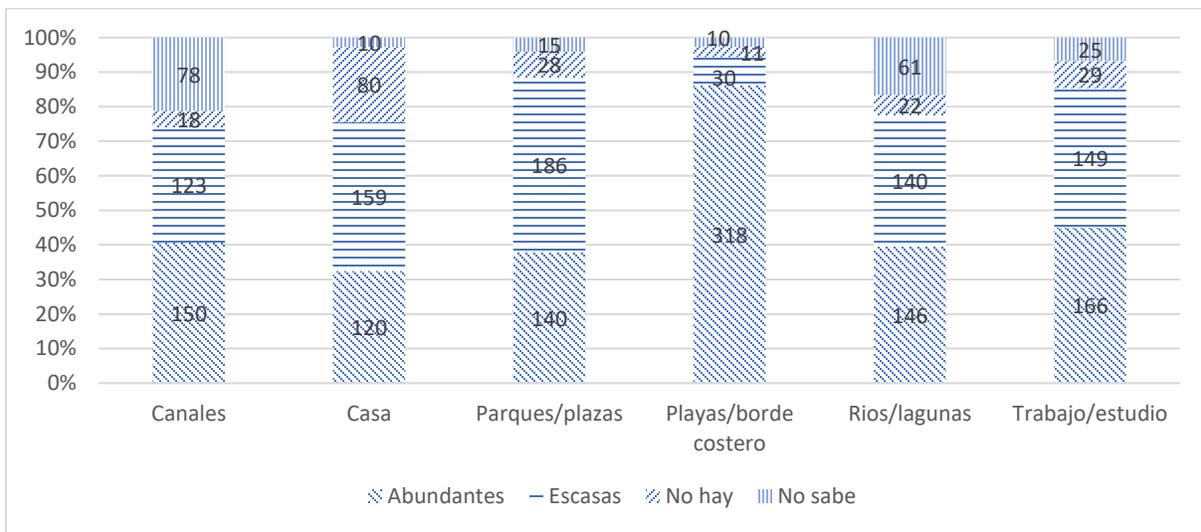


Figura 1. Abundancia de la gaviota dominicana percibida por los encuestados en distintos sectores de las comunas de Concepción y Talcahuano.

Valoración y percepción de la gaviota dominicana

El índice de valoración general promedio de la gaviota dominicana es de $0,4 \pm 1,5$ (promedio \pm DE), lo que concuerda con el hecho que un 49,6% de los encuestados tuvo una valoración neutra de la especie (rango -1 a +1 en la valoración general). La valoración de la gaviota dominicana reafirma que uno de los aspectos más destacados son los atributos físicos de esta ave (“son agradables de ver”, Media = 3,8, Fig. 2), siendo también valoradas por aspectos como la educación (“me permiten aprender...” o “permiten enseñar sobre...”; Media = 3,6) y por los beneficios

que presta para el ecosistema (“Son beneficiosas para...”, Media = 3,7). Por otra parte, no son consideradas agresivas (“Son agresivas e intimidantes...”, Media = 2,3, Fig. 3) ni que representen un problema de conflictos con mascotas (“Causan problemas o conflictos...”, Media = 2,4). Se consideran problemáticas principalmente por la suciedad que generan sus deyecciones (“Ensucian con sus excrementos”, Media = 3,7), mientras que los otros aspectos evaluados tienden a la indiferencia (valor cercano a 3).

El resultado del Índice de percepción (IPe) indica que esta especie es percibida y calificada de una manera positiva (valor promedio general \pm DE de $3,4 \pm 0,6$),

destacando su apariencia (media= 4,03), importancia (media= 3,93) y utilidad (media= 3,7) como las mejores valoradas (valores más cercanos a 5) (Fig. 4).

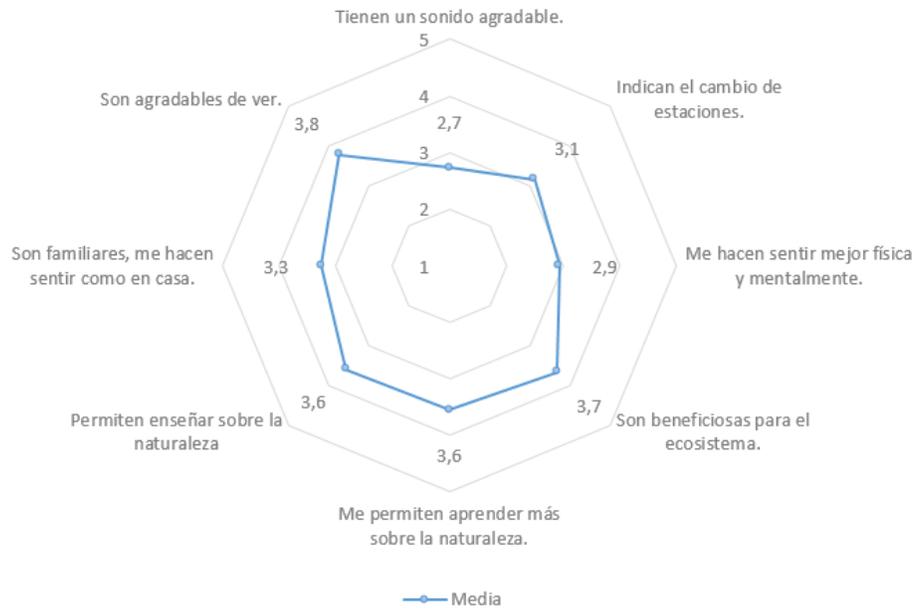


Figura 2. Valoración de la gaviota dominicana por parte de los encuestados en las comunas de Concepción y Talcahuano. Las preguntas parten con “Valoro a las gaviotas porque...”

Tabla 1. Frecuencia de las interacciones reportada por los encuestados, entre éstos y la gaviota dominicana, en las comunas de Concepción y Talcahuano.

Interacciones Humano-Gaviota dominicana			Frecuencia de interacciones				
			Nunca	Rara vez	A veces	Casi siempre	Siempre
Interacciones Positivas	Directas	Ha alimentado a una o más gaviotas.	73%	17%	8%	1%	1%
		Ha ayudado a una gaviota cuando necesita atención llamando o llevándola a un centro de rescate.	78%	9%	5%	3%	4%
	Indirectas	Ha realizado actividades recreativas como observación/fotografía de la gaviota.	27%	20%	30%	16%	8%
		Le ha dado un valor educativo a la gaviota.	44%	17%	17%	12%	9%
		La gaviota descansa en su propiedad o lugar de trabajo	38%	16%	17%	15%	15%
Interacciones Negativas	Directas	Ha destruido o trasladado nidos de gaviota.	97%	1%	1%	1%	0%
		Ha herido o dado muerte a una gaviota accidentalmente.	95%	2%	1%	1%	0%
		Ha agredido o molestado a una o más gaviotas.	93%	4%	2%	1%	1%
		Ha sido agredido/a por una o más gaviotas.	89%	8%	2%	2%	0%
	Indirectas	Ha sido afectado/a por los ruidos o fecas de gaviota.	27%	31%	24%	12%	6%
		La gaviota ha hecho nidos en su propiedad o lugar de trabajo.	56%	11%	14%	7%	11%
		Ha sufrido daños en su propiedad por nidos.	74%	11%	8%	3%	5%
		Ha sufrido daños en su propiedad por las fecas de gaviota.	57%	18%	9%	10%	7%
		Una o más gaviotas han roto o desparramado bolsas o contenedores de basura domiciliaria.	71%	15%	8%	4%	3%

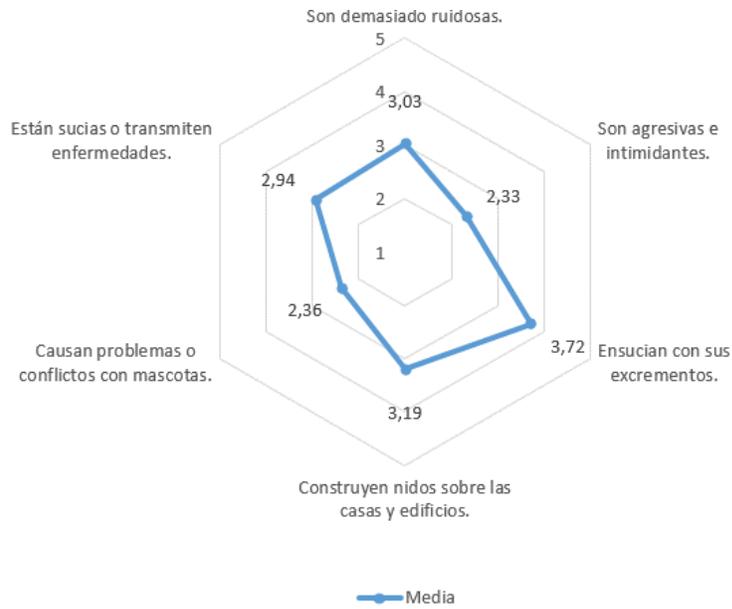


Figura 3. Valoración negativa de la gaviota dominicana por parte de los encuestados en las comunas de Concepción y Talcahuano. Las preguntas parten con “Son problemáticas las gaviotas porque...”

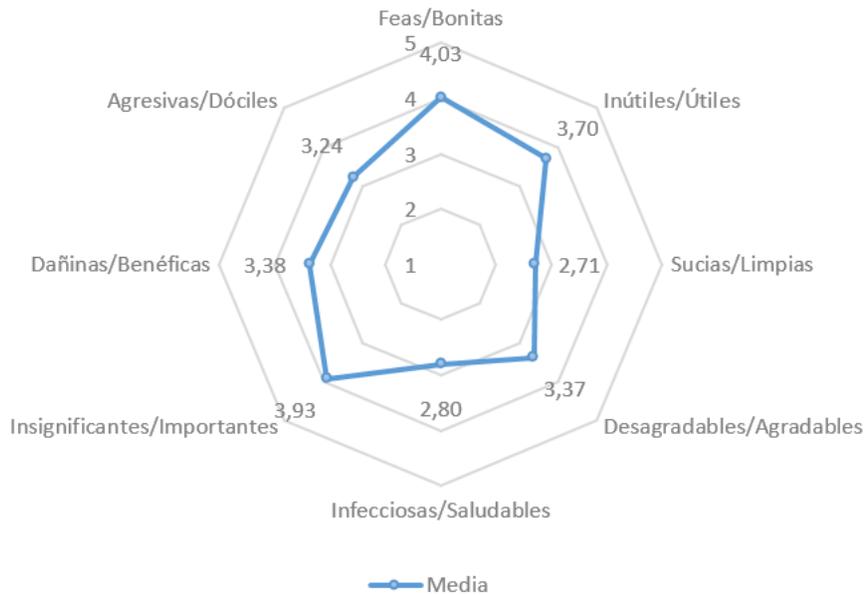


Figura 4. Percepción de los encuestados sobre la gaviota dominicana según diferencial semántico.

Asociación entre variables del estudio

Se determinó que existe una correlación significativa y positiva entre la valoración positiva (VP) y la

percepción (Ipe) ($p=0$, $r_s = 0,696$), y una correlación significativa y negativa entre la valoración negativa (VN) y la percepción (Ipe) ($p=0$, $r_s = -0,628$).

Por otra parte, no se detectó correlación entre lo que la gente piensa de la gaviota, es decir, como la percibe y la valora con las variables socioeconómicas (edad, nivel de estudios y nivel socioeconómico) ($p > 0.05$), con la excepción de una correlación negativa leve entre la VP y el nivel educacional ($p = 0,039$, $r_s = -0,108$).

Por otra parte, la percepción y valoración que tienen los encuestados respecto a la gaviota, se correlacionaron con la intensidad y naturaleza de las interacciones (positivas o negativas). Los coeficientes de correlación indicaron lo siguiente:

a) La valoración positiva de la gaviota (VP), se relaciona positivamente con las interacciones positivas (IP) ($p = 0$, $r_s = 0,376$), y negativamente, pero de forma menos intensa, con las interacciones negativas (IN) ($p = 0$, $r_s = -0,268$). Lo anterior se traduce en que se dará una mayor valoración positiva a la gaviota dominicana mientras más frecuentes sean las interacciones positivas o menos frecuentes las negativas.

b) La valoración negativa de la gaviota (VN), se relaciona levemente de forma negativa con las interacciones positiva (IP) ($p = 0,015$, $r_s = -0,126$), mientras que se relaciona positivamente con las interacciones negativas (IN) ($p = 0$, $r_s = 0,344$). Lo anterior se traduce en que se dará una mayor valoración negativa a la gaviota dominicana mientras más frecuentes sean las interacciones negativas o menos frecuentes las positivas.

c) La percepción (I_{Pe}) se relaciona positivamente con las interacciones positivas ($p = 0$, $r_s = 0,324$), y negativamente con las interacciones negativas ($p = 0$, $r_s = -0,322$). Es decir, al aumentar la frecuencia de interacciones positivas, las personas atribuyen características positivas a la gaviota, reflejado en un mayor puntaje en el I_{Pe} (valores cercanos a 5). En cambio, al aumentar la frecuencia de interacciones negativas, las personas atribuyen características negativas a la gaviota, reflejándose en un menor puntaje en el I_{Pe} (valores cercanos a 1).

Manejo de la gaviota dominicana

El 46% de los encuestados indica que se deben aplicar medidas de manejo de la gaviota dominicana, mientras que un 25% indica que no lo necesita y el 26% no lo sabe. Sobre qué medidas de manejo se deben aplicar para la gaviota dominicana, 162 personas entregan respuesta, las cuales se pueden agrupar entre medidas relacionadas con la gestión sobre la gaviota y sobre gestión urbana.

En cuanto a las medidas relacionadas a la gestión sobre la gaviota, se sugieren métodos directos como manejo de nidos (eliminar o reubicar, 6% de las respuestas), control de la población (captura/caza y control reproductivo, 19%). Dentro de las medidas indirectas mencionadas, un 28% indica que se debe proteger a la especie, su hábitat y/o recursos alimenticios

En cuanto a las medidas relacionada con la gestión urbana, un 18% indica que se debe educar a la población y en menor medida estudiar más a la especie, un 19% de los encuestados indica que se deben manejar los residuos, ya sea para evitar que las gaviotas se concentren en un lugar o para que no se alimenten de basura; esto incluye residuos domiciliarios, industriales, rellenos, etc., un 10% indica que se debe realizar manejo de infraestructura urbana, entre las cuales se sugieren métodos de antiposada, dispositivos de perturbación durante época de nidación y mejoramiento para que sean más resistentes a los daños. Por último, un 7% indica que se deben aplicar métodos para dispersar a las gaviotas de los sectores urbanos para que vuelvan a su hábitat, sin sugerir algún mecanismo, y por último un 6% indica que se debe prohibir la alimentación de las gaviotas, aplicar planes sanitarios como desparasitación o control sobre la industria pesquera, muy presente en la zona.

Discusión

Este trabajo buscó caracterizar la percepción y valoración que los habitantes de las comunas de Concepción y Talcahuano tienen de la gaviota dominicana, así como la frecuencia de interacciones

que reportan tener con esta ave. Además, se evaluó si existe una relación directa entre la percepción y valoración que tienen los habitantes del gran Concepción con respecto a la gaviota dominicana, y la intensidad y naturaleza de sus interacciones con ella.

En términos generales, se observó que las interacciones indirectas, tanto positivas como negativas, son las más frecuentes, sin que estas tengan con variables sociodemográficas de la población. Los conflictos han sido objeto de revisión frecuentemente para las gaviotas, Belant (1997) ya nos ofrece una lista de ellos, que hasta hoy siguen vigentes en el ámbito urbano. En el presente estudio se replican las molestias por excrementos y ruidos (21%), el anidamiento en la propiedad (18%) y los daños a la propiedad, que son causados mayormente por los excrementos que por los nidos en sí (17% y 8% respectivamente). Cabe hacer referencia a que el descanso de la gaviota en la propiedad o lugar de trabajo o estudio (30%), por sí sola no implica una interacción negativa, ya que por un lado puede ofrecer instancias para las actividades relacionadas con recreación (24%) o educación (21%) y, por otro, puede generar molestias por los excrementos y ruido. En cuanto a las interacciones directas, estas ocurren con muy baja frecuencia: alimentar o ayudar a las gaviotas (el 73% y 78% respectivamente, dicen nunca haberlo hecho), las agresiones gaviota a humano, o agresiones humano a gaviota (un 89% y 93% de los encuestados, respectivamente, dicen que no han ocurrido), y, por último, los accidentes que provocan lesiones o muerte de las gaviotas (95% dice nunca haber ocurrido) es la de más baja presentación.

La percepción que tienen los encuestados hacia la gaviota tiende a ser positiva mientras que la valoración es neutra. Uno de los aspectos que más destaca en esta gaviota es su valor estético, caracterizándose como un ave bonita y agradable de ver, considerándose importante y útil, lo que puede ser atribuible a su rol dentro del ecosistema, como a su valor educativo. Las valoraciones positivas sobre la estética y la utilidad suelen ser frecuentes en los estudios de la percepción de las personas hacia las aves (Belaire et al., 2015, Vera, 2016) y fauna, en

general. En un estudio realizado por Muñoz-Pedrerros y Quintana (2010) también se menciona un alto valor estético para la gaviota dominicana. No se detectó una asociación entre variables sociodemográficas de los encuestados con la percepción y valoración de la gaviota, al igual que un estudio realizado por Bjerke y Østdahl (2004) donde no se encontró relación entre la preferencia por las gaviotas y el nivel educacional, pero sí se relacionó significativamente el sexo y edad, indicando que las mujeres tienen mayor preferencia por la gaviota que los hombres y a mayor edad aumenta la preferencia.

Por otro lado, se evidenció una correlación significativa entre las interacciones y la percepción de la gaviota dominicana y su valoración. La mayor frecuencia de interacciones positivas se relaciona positivamente con el índice de percepción y la valoración positiva: observar a la gaviota, fotografiar, enseñar o aprender de ellas, se relacionan con su aspecto físico o agradable, a la apreciación de su importancia y utilidad. Por el contrario, la frecuencia de las interacciones negativas se relaciona negativamente con el índice de percepción y positivamente con la valoración negativa, las molestias por los excrementos y los ruidos se relacionan con la percepción de que son sucias e infecciosas. Estudios previos publicados respecto a las gaviotas en general, relatan cómo éstas son percibidas como un problema, ocasionando que en algunas localidades del Reino Unido se desate lo que Trotter (2019) define como “gull war”, puesto que para las personas estas aves representan mayormente un “riesgo para la salud y seguridad”. Además, hay una percepción de que la agresividad de estas aves (*Larus spp.*) ha ido en aumento y unas de las principales molestias son los ruidos y la suciedad. Temas como el comportamiento agresivo y las molestias por fecas y ruidos son frecuentes en otros estudios realizados con anterioridad. Calladine et al. (2006) estudia los principales motivos de quejas de gaviotas (*Chroicocephalus ridibundus*, *L. argentatus*, *L. canus*, y *L. fuscus*) en Escocia, entre los que destacaron en orden decreciente, el comportamiento agresivo, la suciedad generada por la dispersión de la basura, por excremento y molestias por ruidos. Beasley (2017)

nuevamente retoma el tema de comportamiento agresivo de la gaviota (*L. argentatus* y *L. fuscus*) en Inglaterra, identificando como una variable asociada a este comportamiento la temporada de nidación y cría, pero también evidenciando que la percepción de esta actitud es sobreestimada (por ejemplo, a través los medios), generando como consecuencia un aumento de la actitud agresiva de las personas hacia la gaviota. Moreau (2014) en su estudio informa que las molestias más frecuentes con la gaviota (*L. delawarensis*), en orden decreciente, son los excrementos sobre la propiedad, el ruido y la actitud agresiva, existiendo una gran preocupación por el riesgo de transmisión de enfermedades, por sobre la suciedad y el deterioro de bienes. En este mismo trabajo, mientras la mitad de los encuestados considera que la gaviota es dañina, 1/3 considera que son útiles (contribución positiva a la biodiversidad y como componente de ecosistema urbano). Finalmente, el 50% de las personas tiene una percepción negativa, 43% neutra y 7% positiva. En contraste a lo expuesto en esos trabajos, la actitud agresiva no parece estar representada en la percepción de las personas hacia la gaviota dominicana en Concepción o Talcahuano, ni tampoco es un evento que ocurra frecuentemente. En cambio, la percepción de ser un ave sucia y en menor medida infecciosa cobra mayor relevancia, lo cual se puede explicar por las molestias causadas por los excrementos a lo que se suma el daño que genera sobre la propiedad. No obstante, esta condición no parece pesar en la percepción de la gaviota dominicana en las comunas de Concepción y Talcahuano, como en revisiones de otras especies de gaviota.

El estudio de la frecuencia de interacciones es un importante predictor de la percepción que tienen las personas hacia las especies silvestres, pero también lo es la experiencia pasada, el factor cultural, el componente temporal y espacial (Clergeau et al., 2001., Moreau, 2014). Otro factor que no debe ser olvidado es la sensación de insatisfacción de las personas ante la resolución de un problema con fauna silvestre o insuficiente compensación por las pérdidas

causadas por este tipo de animales, que es revisado con frecuencia en estudios sobre ataques de carnívoros en zonas rurales (Amar, 2008., Villalobos, 2008., Silva, 2006). Dicho esto, a pesar de que las variables socioeconómica y educacional no resultaron estar asociadas directamente con las interacciones ni la percepción de la gaviota, pudiesen influir indirectamente en los factores anteriormente mencionados. A pesar de que las interacciones no exhiban un conflicto marcado o reflejado en la percepción, entre el grupo de encuestados y la gaviota dominicana, es pertinente: (1) evaluar el estado del conocimiento y actitudes de las personas sobre la gaviota dominicana, (2) profundizar estudios de las características ecológicas de la gaviota dominicana en ambientes urbanos, (3) establecer programas de educación, dirigido a informar sobre el rol ecológico de la gaviota dominicana, y sobre las medidas que se pueden implementar para mitigar los conflictos, relacionados principalmente a las molestias generadas por excrementos y ruidos (ej. mejoramiento de la infraestructura), y por último, (4) fomentar las interacciones positivas (ej. recreacionales, educativas), las cuales poseen una alta valoración y promover la cohabitación con la fauna urbana.

Agradecimientos

Agradecemos a las personas que aceptaron participar en este estudio respondiendo la encuesta, y los revisores del trabajo de memoria de título de Yolanda Delgado que fue el que dio origen a este trabajo.

Agradecemos a los profesionales de la Unidad de Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero, región del Biobío; y a la Dirección General de Aeronáutica Civil, Aeropuerto Carriel Sur.

Este trabajo fue financiado por el Proyecto de Vinculación con el Medio Universidad San Sebastián ID 1923 (Evaluación del comportamiento de las poblaciones de Gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) en las comunas de Concepción y Talcahuano: efectos de su interacción y posibles impactos en el hombre y el medio ambiente).

Referencias

- Amar, M. (2008). Evaluación económica, ecológica y socio-cultural del conflicto de predación de ganado domestico por la especie *Puma concolor* (Linnaeus 1771) en las comunas de San José de Maipo y Putre (Tesis para optar al grado de Magister en Recursos Naturales]. Universidad Católica de Chile.
- Beasley, E. (2017). Foraging habits, population changes, and gull-human interactions in an urban population of Herring Gulls (*Larus argentatus*) and Lesser Black-backed Gulls (*Larus fuscus*) [Tesis para optar al grado de MSc by Research Evolutionary Behavioural Sciences, Middlesex University]. Repositorio Institucional. <http://eprints.mdx.ac.uk/23265/>
- Belaire, J., Westphal, L., Whelan, C. & Minor, E. (2015). Urban residents' perceptions of birds in the neighborhood: Biodiversity, cultural ecosystem services and disservices. *The Condor*. 117(2), 192–202. <https://doi.org/10.1650/CONDOR-14-128.1>
- Belant, J. (1997). Gulls in urban environments: landscape-level management to reduce conflict. *Landscape and Urban Planning*. 38, 245-258.
- Bertellotti, M. (1998). Dieta y estrategias de alimentación de poblaciones en expansión de gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) [Tesis presentada para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco]. Repositorio CCT CONICET-CENPAT. <http://repositorio.cenpat-conicet.gob.ar:8081/bitstream/handle/123456789/82/BertellottiMarcelo-1998.pdf?sequence=1>.
- Bhatia, S., Redpath, S., Suryawanshi, K., & Mishra, C. (2020). Beyond conflict: Exploring the spectrum of human–wildlife interactions and their underlying mechanisms. *Oryx*, 54(5), 621-628. <https://doi.org/fnph>
- BirdLife International. (2018). *Larus dominicanus*. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://doi.org/fnpv>
- Bjerke, T. & Østdahl, T. (2004). Animal-related attitudes and activities in an urban population. *Anthrozoös*, 17(2), 109-129.
- Blair, R. (1996). Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications* 6(2), 506-519. <https://doi.org/dw2f4f>
- Calladine, J., Park, K., Thompson, K. & Wernham, C. (2006). Review of urban gulls and their management in Scotland. A report to the Scottish Executive. Edinburg, 115.
- Chan, K., Satterfield, T., Goldstein, J. (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*, 74, 8-18. <https://doi.org/fxvqdj>
- Chávez-Villavicencio, C. (2014). Aproximación a la selección de sitios de nidificación de la gaviota dominicana (*Larus dominicanus* Liechtenstein 1823) en un área urbana de la región de Coquimbo (Chile) y un nuevo sustrato de nidificación. *The Biologist* (Lima), 12 (1), 33-44.
- Clergeau, P., Mennechez, G., Sauvage, A. & Lemoine, A. (2001). Human perception and appreciation of birds: A motivation for wildlife conservation in urban environments of France. In *Avian ecology and conservation in an urbanizing world* (pp. 69-88). Springer, Boston, MA.
- Climate-data.org. Climate Concepción. Recuperado el 14 de octubre del 2021: <https://en.climate-data.org/south-america/chile/viii-region-del-biobio/concepcion-3984/>.
- Climate-data.org. Climate Talcahuano. Recuperado el 14 de octubre del 2021: <https://en.climate-data.org/south-america/chile/viii-region-del-biobio/talcahuano-715105/>
- Clucas, B. & Marzluff, J. (2011) Coupled Relationships between Humans and other Organisms in Urban Areas. En Niemelä, J., Breuste, J., Elmquist, T., Guntenspergen, G., James, P. & McIntyre, N. (eds). *Urban Ecology: Patterns, Processes, and Applications* (pp 135-147). Oxford University Press. <https://doi.org/gcw9cx>
- Cox, D., Shanahan, D., Hudson, H., Plummer, K., Siriwardena, G., Fuller, R., Anderson, K., Hancock, S. & Gaston, K. (2017). Dosis of Neighborhood Nature: The Benefits for Mental Health of Living with Nature, *BioScience*, 67(2), 147-155. <https://doi.org/f9xt8s>

- Decker, D., Brown, T., Vaske, J. & Manfredo, M. (2004). Human dimensions of wildlife management. En Manfredo, M. & Vaske, J. (eds). *Society and natural resources: a summary of knowledge* (pp 187-198), ISSRM.
- Ebert, L., Schlemper, J., Pelisser, M., Pereira, B., Silva, M. & Branco, J. (2016). Pathogenic Bacteria Associated with Kelp Gull *Larus dominicanus* (Charadriiformes, Laridae) on the Coast of Santa Catarina State – Brazil. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 5(5), 458-473.
- Figuroa, J. (2010). Aspectos de la biología reproductiva de la gaviota dominicana *Larus dominicanus* (Charadriiformes, Laridae) en tres islas del norte de Perú. *The Biologist*, 8(2), 189-211.
- Fischer, J., Schneider, S., Ahlers, A. & Miller, J. (2015). Categorizing wildlife responses to urbanization and conservation implications of terminology. *Conservation Biology*, 29(4), 1-4. <https://doi.org/fnpg>
- Garrido, M. (2018). Gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) kelp gull. En Medrano F, Barros R, Norambuena HV, Matus R y Schmitt F (eds). *Atlas de las Aves Nidificantes de Chile* (pp 238-239). Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.
- Giaccardi, M. & Yorio, P. (2004). Temporal patterns of abundance and waste use by kelp gulls (*Larus dominicanus*) at an urban and fishery waste site in northern coastal Patagonia, Argentina. *Ornitología Neotropical* 15. 93–102.
- González, D., Marinao, C. & Yorio, P. (2017). Importancia de los descartes pesqueros en la dieta de la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) en el Golfo San Jorge, Patagonia. *Ornitología Neotropical*. 28. 103-111.
- Instituto Nacional de Estadística (2020). Censo de población y vivienda 2017. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago de Chile.
- La Sala, L., Petracci, P. & Randazzo, V. (2013). Enteric bacteria in Olrog's Gull (*Larus atlanticus*) and Kelp Gull (*Larus dominicanus*) from the Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Hornero*, 28(2) 59-64.
- Lenzi, J., Gonzáles-Bergonzoni, I., Machín, E., Pijanowski, B. & Flaherty, E. (2019). The impact of anthropogenic food subsidies on a generalist seabird during nestling growth. *Science of the Total Environment*, 687, 546-553. <https://doi.org/fnpg>
- Manzano-García, J. & Martínez, G. (2017). Percepción de la fauna silvestre en áreas protegidas de la provincial de Córdoba, Argentina: un enfoque etnozoológico. *Etnobiología* 15(1), 32-48.
- Marzluff, J. (2001) Worldwide urbanization and its effects on birds. En: Marzluff J.M., Bowman R., Donnelly R. (eds) *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World* (pp 19-47). Springer, Boston, MA. <https://doi.org/dqh5ms>
- Mckinney, M. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127, 247-260. <https://doi.org/bsnc3h>
- Moreau, C. (2014). La cohabitation entre les résidents de la périurbaine nord-est de la Communauté Métropolitaine de Montréal et les goélands à bec cerclé: quels problèmes pour quelles solutions?. [Memoria para optar al grado de Maîtrise en Sciences de L'Environnement, Université du Québec, Montréal]. Repositorio institucional. <https://archipel.uqam.ca/6688/>
- Muñoz-Pedrerros, A. & Quintana, J. (2010). Evaluación de fauna silvestre para uso ecoturístico en humedales del río Cruces, sitio Ramsar de Chile. *Interciencia*, 35(10), 730-738.
- Rock, P. (2005). Urban Gulls: Problems and solutions. *British Birds*, 98, 338-355.
- Servicio Agrícola y Ganadero. (2012). Censos Nacionales de Aves Acuáticas (CNAA) (Informe n°3). Servicio Agrícola y Ganadero. Recuperado de: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/cnaa_informe-fina.pdf
- Silva, E. (2006). Evaluación de conflictos entre zorros chilla (*Pseudalopex griseus*) y agricultura de subsistencia en una localidad rural del sur de Chile: ¿Mito o realidad?. [Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario; Universidad Austral de Chile]. Repositorio Institucional. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fvs586e/doc/fvs586e.pdf>

- Soulsbury, C. & White, P. (2016). Human-wildlife interactions in urban areas: a review of conflicts benefits and opportunities. *Wildlife Research* 42(7) 541-553. <https://doi.org/f75rzg>
- Soulsbury, C. & White, P. (2019). A Framework for Assessing and Quantifying Human–Wildlife Interactions in Urban Areas. En B. Frank, J. Glikman, & S. Marchini (Eds.), *Human–Wildlife Interactions: Turning Conflict into Coexistence* (Conservation Biology, pp. 107-128). Cambridge: Cambridge University. <https://doi.org/fnpj>
- SoyChile.cl (06-02-2018). Población de gaviotas “se tomó” los techos del centro de Concepción Recuperado de: <https://www.soychile.cl/Concepcion/Sociedad/2018/02/06/515336/Poblacion-de-gaviotas-se-tomo-los-techos-del-centro-de-Concepcion.aspx>
- Trotter, S. (2019). Birds behaving badly: the regulation of seagulls and the construction of public space. *Journal of Law and Society*, 46(1), 1-28.
- Vera, P. (2016). El rol del conocimiento, percepciones y conductas en la conservación del patrimonio biológico. Estudio de caso de la avifauna urbana de la comuna de San Bernardo, Santiago. [Memoria para optar al título de Geógrafa]. Universidad de Chile.
- Villalobos, R. (2008). Hábitos predatorios del puma (*Puma concolor*) y su impacto en la ganadería de la provincia de Parinacota, Región de Arica y Parinacota, Chile. [Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131266>.
- Witteveen, M., Brown, M. & Ryana, P. (2017). Anthropogenic debris in the nests of kelp gulls in South Africa. *Marine Pollution Bulletin*. 114(2). 699-704.



Terapia celular en felinos: Actualización y futuras perspectivas.

Diana Maritza Echeverry Berrío¹

¹Facultad de Ciencias de la Naturaleza, Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad San Sebastián, Concepción, Chile.

✉ Diana Maritza Echeverry Berrío: diana.echeverry@uss.cl

Resumen

La terapia celular en felinos es una opción de tratamiento para patologías comunes que no responden a los protocolos terapéuticos tradicionales. Las principales células empleadas en terapia celular felina son las células madre mesenquimales (MSCs), las cuales pueden ser aisladas desde diferentes tejidos como médula ósea, tejido adiposo, sangre periférica y membranas fetales. Dependiendo del tejido de origen estas células pueden presentar diferencias en sus características de expresión de marcadores de superficie, clonogenicidad y capacidad de diferenciación hacia otros linajes celulares. Sin embargo, para terapia celular en felinos, las células madre mesenquimales derivadas desde tejido adiposo son la opción más elegida por facilidad de obtención, más información sobre caracterización y protocolos de cultivo celular disponibles. El objetivo de esta revisión bibliográfica es recopilar información relevante sobre los avances en tratamientos con MSCs en felinos, características diferenciales entre las células obtenidas de diferentes tejidos, mecanismos de acción y protocolos de administración, más resultados preliminares del tratamiento de algunas patologías. Adicionalmente, se mencionan algunas perspectivas a futuro para el uso de las MSCs en medicina felina.

Palabras claves: medicina felina, terapia celular, inmunomodulación, inflamación, regeneración

Abstrac

Cell therapy in cats is a treatment option for common pathologies that do not respond to traditional therapeutic protocols. The main cells used in feline cell therapy are mesenchymal stem cells (MSCs), which can be isolated from different tissues such as bone marrow, adipose tissue, peripheral blood, and fetal membranes. Depending on the tissue of origin, these cells may present differences in their characteristics of expression of surface markers, clonogenicity and ability to differentiate towards cell lines. However, for feline cell therapy, mesenchymal stem cells derived from adipose tissue are the most chosen option due to their ease of obtaining, greater characterization information and available cell culture protocols. The purpose of this review is to collect relevant information on advances in MSCs treatments in felines, differential characteristics between cells obtained from different tissues, mechanisms of action and administration protocols, and preliminary results of the treatment of some pathologies. In addition, some future perspectives for the use of MSC in feline medicine are mentioned.

Keywords: Cell therapy, feline medicine, immunomodulation, inflammation, regeneration.

Introducción

Las células madre mesenquimales (MSCs por sus siglas en inglés) pueden ser obtenidas desde diferentes

tejidos adultos y de varias especies animales. Estas células presentan características de multipotencia y habilidades de autorenovación, lo que significa que

pueden diferenciarse en varios linajes celulares y a su vez tienen función inmunomoduladora (Jiang et al., 2020). Las MSCs pueden promover la respuesta inflamatoria del organismo cuando el sistema inmune se encuentra comprometido o reprimir esa misma respuesta inflamatoria cuando es muy agresiva (Jiang et al., 2020). Estas funciones de las MSCs las hacen buenas candidatas para tratar enfermedades inflamatorias o degenerativas.

Las MSC han sido empleadas en terapias con resultados prometedores, incluso terapias alogénicas en equinos, caninos y felinos vía intravenosa han sido bien toleradas (Kol et al., 2015; Park et al., 2013; Wood et al., 2012). En esta última especie se han instaurado terapias con MSCs para tratamiento de patologías como enfermedad renal crónica, gingivostomatitis felina, asma felino y enteropatías con buenos resultados (Arzi et al., 2016; Quimby et al., 2015; Trzil et al., 2015; Webb & Webb, 2015).

Por otra parte, las MSC felinas se han aislado tanto en felinos domésticos como silvestres (Gómez et al., 2015, Echeverry et al., 2019a, Echeverry et al., 2020b). Los principales tejidos fuente de MSCs en felinos son médula ósea, tejidos fetales y tejido adiposo, siendo este último el más eficiente en cultivo y de fácil obtención, además presentan un potencial de diferenciación hacia osteoblastos, condrocitos, adipocitos y células neuronales (Gómez et al., 2015).

El objetivo de esta revisión bibliográfica es recopilar avances recientes en terapia con MSCs de felinos, mecanismos de acción de las MSCs, así como protocolos de administración y características de estas células que pueden ser aprovechadas en medicina veterinaria y otras áreas científicas.

¿Qué es una célula madre?

Las células madre se pueden clasificar en células madre adultas y células madre embrionarias; las primeras tienen la capacidad de auto renovarse para regenerar órganos y tejidos, y las segundas sólo están

presentes en las primeras fases del desarrollo embrionario y tienen el potencial de dar origen a cualquier linaje celular. Así mismo, se pueden clasificar de acuerdo a su capacidad de regeneración y diferenciación en totipotentes, pluripotentes, oligopotentes, multipotentes y unipotentes (Morgani y Brickman, 2014). Las células madre mesenquimales (MSC) también denominadas por algunos autores como células estromales mesenquimales, son células no especializadas que tienen la capacidad de auto renovarse por división celular constante durante largo tiempo y diferenciarse a células especializadas (Caplan, 1991). Se caracterizan por presentar una típica forma fibroblastoide y expresión de ciertas proteínas de superficie (Ryan et al., 2005).

Las células madre multipotentes se encuentran en la mayoría de los tejidos y pueden bajo condiciones naturales diferenciarse en células de una sola capa germinativa. Por lo tanto su capacidad de diferenciación es más reducida respecto a las células madre pluripotentes (Sehwon y Piedrahita, 2014). Las MSCs son las células multipotentes más reconocidas y pueden ser derivadas de una amplia variedad de tejidos incluyendo la médula ósea, tejido adiposo, hueso, cordón umbilical, sangre periférica, entre otros (Augello et al., 2010).

En medicina veterinaria la caracterización de células madre mesenquimales respecto a las proteínas de superficie es un poco más difícil debido a la inespecificidad o baja afinidad de los anticuerpos disponibles que generalmente son hechos contra antígenos humanos o murinos. Sin embargo, en felinos se ha reportado la siguiente caracterización de estas células de acuerdo con su tejido de origen (Figura 1). Esta diferencia en los marcadores de superficie puede deberse a características específicas del tejido del cual derivan las MSC. Una característica adicional reportada en MSC de gato derivadas de tejido adiposo es que expresan genes de pluripotencia como NANOG, KLF4 y OCT4 (Gómez et al., 2015, Echeverry et al., 2019, Echeverry et al., 2020).

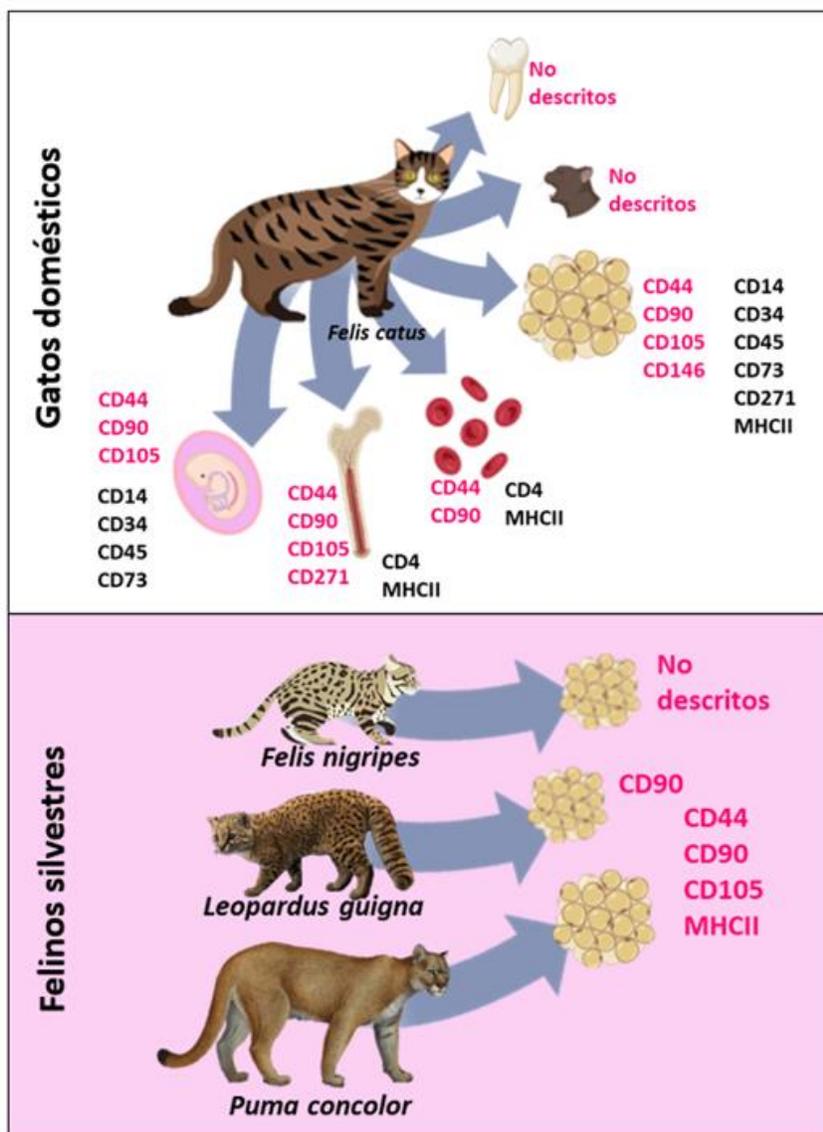


Figura 1. Marcadores de superficie de células madre mesenquimales obtenidas desde diferentes tejidos en felinos domésticos y silvestres. Expresión de marcadores por tejido: positiva (fucsia), negativa (negro). Datos obtenidos de: Webb et al., 2011; Lin et al., 2012; Iacono et al., 2012; Iacono et al., 2015; Kono et al., 2014; Vidane et al., 2014; Arzi et al., 2015; Gómez et al., 2015; Sato et al., 2016; Echeverry et al., 2019a; Echeverry et al., 2020b. Imagen: diseño propio con imágenes obtenidas de freepik y biorender.

Funciones de las MSCs

Las MSCs participan en la regeneración de tejido por medio de diferentes mecanismos que influyen sobre la angiogénesis, modulación del proceso inflamatorio y regulación de la respuesta inmune (Ayala-Cuellar et al., 2019). Pueden contribuir directamente a la

reparación del tejido por diferenciación en fenotipos celulares específicos que forman ligamentos, tendones, tejido óseo, entre otros. Estas células madre adultas tienen la capacidad de producir de matriz extracelular y proteínas bioactivas (Figura 2) como factores de crecimiento, factores

antiapoptóticos y agentes quimiotácticos que tienen un efecto importante en las dinámicas celulares, producción de efectos anabólicos, estimulación de la neovascularización y reclutamiento adicional de células madre en el sitio de la lesión. Respecto a la regulación de la respuesta inmune, las MSCs interactúan con las células inmunitarias como linfocitos T, B y natural killer (NK), los monocitos/macrófagos y las células dendríticas (DC) e incluso con los neutrófilos. En el caso de los felinos, se descubrió que las MSCs comparten la capacidad de imitar el fenotipo inmunomodulador entre las MSC humanas, equinas y caninas, que consiste en inhibir activación y proliferación de linfocitos T y reducción de las especies de oxígeno reactivas (ROS) secretadas por los neutrófilos (Wang et al., 2017, Taechangam et al., 2019). Las MSCs derivadas de tejido adiposo felino han demostrado inhibir a los linfocitos T por generar

arresto celular en las fases del ciclo celular G0-G1 (Taechangam et al., 2019)

Las MSCs pueden también mediar estos procesos de regeneración y reparación a través de la secreción de vesículas extracelulares (EVs) (Figura 2), así como por la formación de nanotubos de membrana (TnTs) que permiten la transferencia de factores tróficos mRNA y miRNAs, e incluso permiten la transferencia de mitocondrias entre células para procesos de reparación (Kraïńska et al., 2021). El análisis de las EVs obtenidas desde MSCs derivadas de tejido adiposo de felinos pudo identificar alrededor de 228 proteínas involucradas en funciones como endocitosis, adhesión celular, activación de plaquetas y otras vías de señalización celular (Villatoro et al., 2021). Entendiendo la función de las EVs secretadas por las MSCs se puede pensar en otras alternativas de terapia celular para felinos.

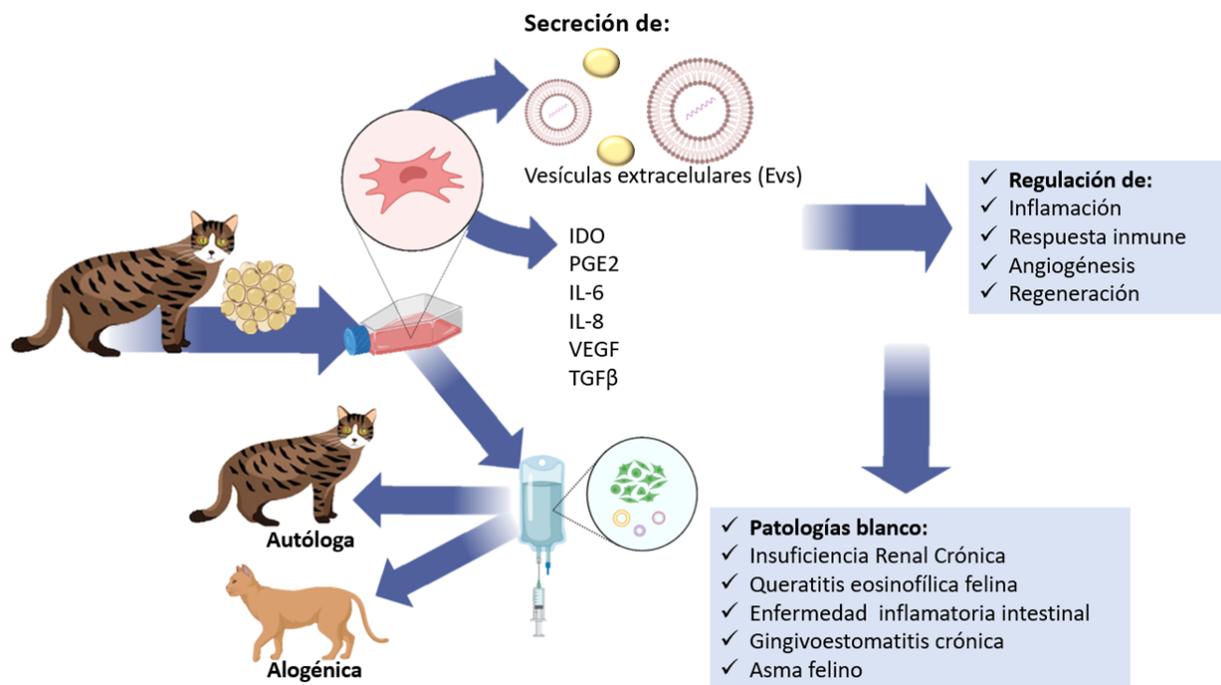


Figura 2. Características funcionales de las células madre mesenquimales derivadas de tejido adiposo felino. IDO: indolamina 2,3 dioxigenasa, PGE2: Prostaglandina E2, IL-6: Interleuquina 6, IL-8: Interleuquina 8, VEGF: Factor de crecimiento endotelial vascular, TGFβ: Factor de crecimiento transformante beta. La imagen representa los mecanismos de acción de las MSCs y las patologías en las cuales pueden ser empleadas estas células en felinos. Imagen: diseño propio con imágenes obtenidas de freepik y biorender.

Tejidos fuente de células madre mesenquimales (MSC) felinas

Existen diferentes tejidos que representan un potencial recurso para la obtención de MSC. En este orden, la médula ósea de felinos es una de las mejores fuentes de obtención para terapia celular, pero es muy invasiva y se requieren de técnicas quirúrgicas muy precisas (Martin et al., 2002). Las MSCs derivadas de médula ósea presentan buen potencial de diferenciación. Maciel y colaboradores (2014) realizaron un estudio sobre la morfología de las MSC derivadas de médula ósea en felinos y observó la predominancia de dos tipos de células, las fusiformes y las alargadas (Maciel et al., 2014).

La sangre periférica es otro tejido de los cuales se ha documentado la obtención de MSCs en felinos. Comparada con la médula ósea es un recurso más seguro y en teoría menos doloroso y con menos complicaciones pos-intervención, además para la obtención de sangre periférica no se requiere emplear técnicas especializadas. Sin embargo, las condiciones de cultivo para este tipo de células son complejas (Sato et al., 2016).

Las membranas fetales de los felinos, especialmente la gelatina de Warton presente en el cordón umbilical después del nacimiento por cesárea u ovariectomía representan una buena fuente de MSCs (Sao et al., 2021). Estas células se han aislado y expandido exitosamente, tienen la capacidad de adherirse a las placas de cultivo, presentan morfología fibroblastoide, alta capacidad de autorenovación y buena viabilidad pos criopreservación por lo que son ideales para bancos celulares y futuras aplicaciones en terapia celular en felinos (Vidane et al., 2014, Sao et al., 2021). La pulpa dental también se ha reportado recientemente como una buena fuente de MSCs en felinos, aunque no se reportan sus características sobre potencial de diferenciación y marcadores de superficie (Algorta et al., 2021). Las células madre ecto-mesenquimales olfativas han sido descritas en varias especies incluida la especie felina, con capacidad de diferenciación condrogénica y osteogénica, aunque tampoco se reporta la

caracterización de los marcadores de superficie (Mollichella et al., 2022).

El tejido adiposo a nivel corporal comparado con otros tejidos es bastante abundante y más accesible que la médula ósea y es el más usado en terapia celular veterinaria (Arzi et al., 2015). La tasa de MSCs en la fracción celular nucleada es muy baja y se requiere una buena purificación y expansión en cultivo para obtener una cantidad suficiente que pueda ser usada con fines terapéuticos. El uso de esta fracción celular sin los respectivos pasos de aislamiento y expansión es comúnmente usado en terapéutica, pero no corresponde a una verdadera terapia con MSCs. Por su parte, el tejido graso en comparación a la médula ósea tiene un desempeño similar en cultivo y expresa marcadores de superficie similares y su potencial de diferenciación también lo es (De Ugarte et al., 2003). Otros estudios han demostrado que la tasa de proliferación de las MSCs derivadas de tejido adiposo es mucho mayor que las MSCs derivadas de médula ósea (De Ugarte et al., 2003).

Terapias con células madre mesenquimales en felinos

El gato doméstico es uno de los pacientes más frecuentes en la consulta de especies menores a causa de patologías que representan un constante desafío para el médico tratante, por las limitaciones a nivel terapéutico que ellas implican y frente a las cuales los tratamientos tradicionales tienen baja efectividad (Noh et al., 2021).

Los gatos domésticos poseen muchas patologías similares a los humanos, algunas de ellas de origen genético (Samaha et al., 2019). Además de presentar también enfermedades virales similares como lo es el virus del SIDA o inmunodeficiencia felina (VIF), que puede cursar con neoplasias linfoides que también son comunes en humanos (Maggio et al., 1978). También se reporta en gatos adultos el Alzheimer como un desorden similar por la deposición de placas amiloides (Siebelink et al. 1990; Willett et al. 1997). Estas características hacen al gato un modelo más cercano al humano que los modelos en ratones, lo que favorece la investigación en la implementación de

estas terapias celulares (Siebelink et al. 1990, Quimby y Dow, 2015).

Las MSCs han demostrado resultados interesantes en el tratamiento de enfermedades felinas que generalmente no responden al manejo farmacológico tradicional. Los tratamientos con MSCs pueden ser de dos tipos, autólogos o alogénicos. La aplicación autóloga de MSCs es cuando se emplean células del mismo paciente, mientras que la aplicación alogénica es cuando se emplean MSCs de un gato donante (Quimby et al., 2013).

La aplicación autóloga y alogénica de MSCs felinas se emplean actualmente para el tratamiento de varias patologías (Figura 2). Una de estas es la enfermedad renal crónica, una condición comúnmente diagnosticada principalmente en felinos adultos, tanto domésticos como silvestres, la cual está caracterizada por inflamación tubulointersticial, atrofia tubular y fibrosis intersticial con subsecuente pérdida de la función renal (DiBartola et al., 1987). Algunos estudios recientes sugieren que el uso de las MSC puede mejorar la función renal a través de su incorporación en el parénquima renal de las mismas que conlleva a un aumento en la generación de nuevas células tubulares renales (Lee et al., 2010). Adicional, las MSCs tienen un efecto mediador de la inflamación y efecto antifibrótico que indirectamente puede mejorar la función renal (Lee et al., 2010). Se han conducido varios tratamientos con MSCs en pacientes felinos con enfermedad renal crónica, reportándose una ligera mejoría en los parámetros de función renal y resultados muy variables entre los pacientes sometidos a tratamientos con MSCs (Quimby et al., 2015; Gomes de Figueiredo et al., 2021).

Otra patología de interés es la queratitis eosinofílica felina, una queratopatía infiltrativa única, crónica y progresiva en gatos (Dean et al., 2013). La etiología de esta condición no se entiende claramente, pero se cree que es un trastorno inmunomediado en el que existe una respuesta inmune exagerada a un estímulo antigénico, con un tipo de reacción de hipersensibilidad tipo I o IV (subtipo IVb) (Prasse et al., 1996). Su presentación también se ha asociado a infecciones

virales subyacentes como el herpes virus felino tipo 1 (FHV-1) que juega un papel inicial en la patogenia de la enfermedad (Dean et al., 2013). En general, la enfermedad solo afecta la córnea, aunque también puede comprometer el tercer párpado y la conjuntiva. Esta patología ha sido tratada en gatos con implantación subconjuntival alogénica de MSCs derivadas de tejido adiposo con buenos resultados (Villatoro et al., 2018).

La enteropatía crónica, generalmente asociada a alergias alimenticias, es otra patología que recientemente se ha tratado con MSC. Esta enfermedad se caracteriza por inflamación del intestino como resultado de una respuesta inmunitaria exacerbada que conlleva a una intolerancia a antígenos que se encuentran en el tracto intestinal. Los pacientes generalmente requieren medicación de corticoides de por vida como tratamiento paliativo. El tratamiento de pacientes con MSC para esta condición reportó una marcada disminución de los signos clínicos después de dos meses de iniciado el tratamiento comparado con el grupo control, por lo que se concluye que es uno de los tratamientos más efectivos con MSC en patologías felinas (Webb y Webb, 2015, Webb y Webb, 2022).

Por otra parte, la gingivoestomatitis crónica felina es un cuadro asociado a una reacción anormal del sistema inmune. Es una enfermedad inflamatoria difusa de la cavidad oral, la mucosa gingival y del resto del epitelio bucal que puede ser leve, moderada o grave que se produce por una respuesta inmunitaria inadecuada y exagerada de la mucosa oral frente a la estimulación crónica que ejercen los diferentes antígenos orales, lo cual conlleva a la aparición de lesiones ulcerativas (Castro-López et al., 2011). Los tratamientos para la GECF consisten en exodoncia parcial o completa, corticoides, analgésicos y antibióticos con un pronóstico reservado (Castro-López et al., 2011). Se han reportado algunos casos exitosos de gatos tratados con MSCs autólogas, los cuales que presentaron una recuperación satisfactoria evaluada en disminución de la inflamación de la mucosa oral, recuperación de la anorexia y ganancia de peso (Arzi et al., 2015).

Por último, las MSCs han sido empleadas para el tratamiento del asma felino, que se caracteriza por eosinofilia de las vías respiratorias, hiperreactividad de las vías respiratorias (AHR) y remodelación, impulsada por una respuesta inmune T auxiliar (Th)2 a aeroalérgenos (Norris et al., 2004, Cocayne et al., 2011). La terapia para el asma está integrada con glucocorticoides y broncodilatadores para manejar la inflamación y favorecer el flujo de aire, pero ninguna terapia ha sido efectiva para prevenir o revertir todos los aspectos patológicos del asma (Murdoch et al., 2010). Aunque a largo plazo parece existir un efecto potencial en la reducción de la inflamación de las vías respiratorias, mediante la regulación de las citoquinas Th1 y Th2, el tratamiento con MSCs presenta resultados cuestionables y requiere más investigación (Trzil et al., 2014, Trzil et al., 2016, Zhang y He, 2019).

El establecimiento de la dosis tratamiento para las diversas patologías en gatos como en otras especies

es punto clave para obtener el resultado terapéutico esperado y disminuir los efectos adversos que puedan presentarse. Después de caracterizar adecuadamente las MSCs dependiendo de su lugar de origen, el desafío está en evaluar dosis respuesta y vía de administración (Tabla 1). Se ha reportado a la vía intravenosa como la de mayor elección en el tratamiento con MSCs. Inyecciones repetidas de MSCs alogénicas y autólogas, criopreservadas o no, no han sido asociadas a efectos negativos en gatos (Quimby et al., 2015; Quimby et al., 2013). Aún se requieren estudios para determinar vías alternativas que puedan incrementar la eficacia del tratamiento.

Los efectos de los tratamientos reportados sugieren que pueden verse a partir de la tercera dosis de administración de MSCs, se ha establecido como dosis para varias patologías 2 millones de células por kilogramo de peso del felino (Quimby et al., 2015).

Tabla 1. Principales patologías felinas blanco de MSCs, dosis, vías de administración y tipo de tratamiento.

Dosis	Vía administración	Patología	Rango de edad	Tipo tratamiento	Referencia
3 dosis de 2x10 ⁶ Células/kg	Intravenosa	Enfermedad renal crónica	10-15 años	Alogénico	(Quimby et al., 2015)
2 dosis de 2x10 ⁶ Células/kg	Intravenosa	Enteropatía	7-15 años	Alogénico	(Quimby et al., 2013)
5 dosis de 2x10 ⁶ Células	Intravenosa	Asma felina	5-6 meses	Alogénico	(Trzil et al., 2014, Trzil et al., 2016)
2 dosis de 2x10 ⁶ Células/kg	Intravenosa	Enfermedad inflamatoria intestinal	2-14 años	Alogénico	(Webb y Webb, 2022)
1 dosis de 5x10 ⁶ Células/kg	Intravenosa	Gingivostomatitis	1-14 años	Autólogo	(Arzi et al., 2015)
2 dosis de 2x10 ⁶ Células	Implantación Periocular	Queratitis eosinofílica	3-6 años	Alogénico	(Villatoro et al., 2018)
3 dosis de 1x10 ⁶ Células/kg	Subcutánea	Enfermedad renal crónica	9 meses	Alogénico	(Gomes de Figueiredo et al., 2021)

Perspectivas futuras del tratamiento con células madre mesenquimales en felinos

Gómez et al (2015) reportan el potencial de diferenciación neurogénico de las MSCs derivadas de

tejido adiposo, lo que podría representar una opción terapéutica para enfermedades de tipo neurodegenerativas felinas en un futuro (Gómez et al., 2015). Estudios realizados en humanos han

demostrado algunas mejorías en pacientes con lesiones medulares, los cuales han recuperado entre un 20 y un 50% de su sensibilidad y movilidad (Huang et al., 2014). En los gatos existen algunas enfermedades neurodegenerativas asociadas a factores inflamatorios de origen infeccioso o traumático, que a pesar de no ser muy comunes pueden ser un blanco para tratamiento con células madre mesenquimales para favorecer la capacidad regenerativa de este tejido.

Las terapias con MSCs para tratamiento de patologías de origen traumático o que afectan el sistema músculo esquelético han sido aplicadas principalmente en caninos y equinos; en gatos domésticos estas afecciones no son muy frecuentes, pero podría aplicarse terapia celular en casos de lesiones de origen traumático (Fortier y Travis, 2011).

Las MSCs son una fuente prometedora para tratamiento de enfermedades hepáticas, cardíacas, diabetes, enfermedades sanguíneas y de médula ósea en animales de compañía (Gattegno-Ho et al., 2012). De estas patologías, en gatos domésticos es frecuente encontrar casos de diabetes asociados a sobrepeso, similar a la diabetes tipo II en humanos (Clark y Hoenig, 2021).

Además de las patologías de tipo degenerativas, estudios recientes indican que las MSCs pueden tener la capacidad de suprimir la replicación viral y favorecer la eliminación de virus por sus capacidades inmunomoduladoras (Taechangam et al., 2021). Aunque las MSCs mostraron ser susceptibles a la infección viral, poseen cierta resistencia que no se observa en otras células somáticas y puede ser debido a que como respuesta hay una sobre regulación en la expresión de los genes que codifican para el interferón (Wu et al., 2018). Esto se pudo observar en un estudio in vitro donde las células derivadas de MSC eran permisivas a la infección por VIH-1, pero ese mismo virus no podía infectar productivamente a las MSC no diferenciadas (Nazari-Shafti et al., 2011). Esta información abre una ventana a terapia experimental en felinos con enfermedades virales, especialmente aquellas que comprometen el sistema inmune (Nazari-Shafti et al., 2011).

Adicional a los posibles usos en diferentes patologías que se le pueden dar a las MSCs, también se encuentran las vesículas extracelulares (EVs) que pueden ser obtenidas desde estas células en especial para el tratamiento de la enfermedad renal crónica felina (Kraínska et al., 2021).

Las EVs pueden ser secretadas por casi todos los tipos de células y pueden contener en su interior proteínas, lípidos, varios tipos de ARN como el ARN mensajero y microRNAs (miRNA) y ADN como el mitocondrial, de doble cadena o cadena simple. Sin embargo, el contenido de las EVs va a depender de las células de origen y se clasifican según su tamaño en exosomas, cuerpos apoptóticos y micropartículas, siendo los exosomas los de menor tamaño (Wiklander et al., 2015). Las EVs están involucradas en mecanismos de comunicación célula-célula para regeneración tisular y terapia anticancerígena (Sun et al., 2018). Los exosomas han sido empleados también como sistemas de administración de fármacos para enfermedades neurodegenerativas o terapia anticancerígena a través de membranas biológicas (Haney et al., 2015; Ha et al., 2016). En comparación con las células madre, las EVs se caracterizan por presentar una mayor estabilidad fisicoquímica y fuerte señalización (Turturici et al., 2014). Por estas características las EVs prometen ser una buena alternativa para el tratamiento de enfermedades degenerativas en felinos (Kraínska et al., 2021; Sung et al., 2021).

La obtención de una fuente de MSCs en felinos domésticos es una tarea fácil en comparación con las fuentes de obtención desde felinos silvestres. Sin embargo, se han propuesto algunas metodologías que en un futuro podrían ser fácilmente empleadas en terapia celular para felinos, como es la obtención de células madre mesenquimales inducidas (iMSC) a partir de otros tejidos como la piel, que se pueden conseguir de forma menos invasiva (Chandranathan et al., 2016; Echeverry et al., 2021). Esta técnica consiste en reprogramar la expresión génica de las células somáticas, como los fibroblastos de piel, para mejorar sus características de potencia, renovación y diferenciación. La conversión de fibroblastos de piel

en iMSCs ha sido evaluada en gatos domésticos y en una especie de felino silvestre, el gato colo-colo (*Leopardus colocola*) (Echeverry, 2019; Echeverry et al., 2019b).

Conclusiones

La terapia celular con MSCs en medicina felina ha presentado resultados interesantes, aunque no concluyentes en su totalidad, se han observado

parámetros en algunos casos en particulares que indican un efecto positivo con el tratamiento. Aún se requiere de mayor experimentación y control de variables para poder evaluar los beneficios de la terapia celular en gatos domésticos, así como la estandarización y evaluación de más protocolos de aislamiento y cultivo. Sin embargo, las MSCs presentan características evaluadas in vitro que ofrecen amplias posibilidades de exploración para el tratamiento de diversas patologías en felinos.

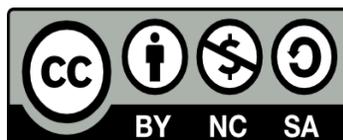
Referencias

- Algorta, A., Artigas, R., Yaneselli, K., Rodellar, C., & Maisonnave, J. (2021). Isolation And In Vitro Characterization Of Feline Dental Pulp Stem Cells. *Cytotherapy*, 23(4), 21. <https://doi.org/10.1016/j.jcyt.2021.02.064>
- Arzi, B., Kol, A., Murphy, B., Walker, N. J., Wood, J. A., Clark, K., ... Borjesson, D. L. (2015). Mesenchymal Stem Cell Culture and Expansion: Implications for Animal Model Development, 24(7), 814–824. <http://doi.org/10.1089/scd.2014.0317>
- Arzi, B., Mills-Ko, E., Verstraete, F., Kol, A., Walker, N., Badgley, M., ... Borjesson, D. (2016). Therapeutic Efficacy of Fresh, Autologous Mesenchymal Stem Cells for Severe Refractory Gingivostomatitis in Cats. *Stem Cells Translational Medicine*, 5, 1–12. <https://doi.org/10.5966/sctm.2015-0127>
- Augello, A., Kurth, T., & De, B. (2010). Mesenchymal stem cells: a perspective from in vitro cultures to in vivo migration and niches. *Eur Cell Mater*, 20, 121–133. <http://doi.org/10.22203/ecm.v020a11>.
- Ayala-Cuellar AP, Kang J, Jeung E, Choi K. (2019). Roles of mesenchymal stem cells in tissue regeneration and immunomodulation. *Biomol Ther.*;27(1):25–33. <http://doi.org/10.4062/biomolther.2017.260>
- Caplan, A. I. (1991). Mesenchymal stem cells. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*. <http://doi.org/10.1002/jor.1100090504>
- Castro-López, J. R., Planellas, M., Roura, X., & Lloret Roca, A. (2011). Estudio retrospectivo de 27 casos de gingivoestomatitis crónica felina. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales: revista oficial de AVEPA, Asociación Veterinaria Española de Especialistas en Pequeños Animales*, 31(3), 0151.
- Clark, M., & Hoening, M. (2021). Feline comorbidities: Pathophysiology and management of the obese diabetic cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 23(7), 639-648. <https://doi.org/10.1177/1098612X211021540>
- Chandranathan, V., Yeola, A., Kwan, J. C., Oliver, R. A., Qiao, Q., Kang, Y. C., ... Pimanda, J. E. (2016). PDGF-AB and 5-Azacytidine induce conversion of somatic cells into tissue-regenerative multipotent stem cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201518244. <http://doi.org/10.1073/pnas.1518244113>.
- Cocayne CG, Reiner CR and DeClue AE. (2011). Subclinical airway inflammation despite high-dose oral corticosteroid therapy in cats with lower airway disease. *J Feline Med Surg*; 13: 558–563. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2011.04.001>
- Dean E, Meunier V. (2013). Feline eosinophilic keratoconjunctivitis: a retrospective study of 45 cases (56 eyes). *J Feline Med Surg.*;15:661–6.
- De Ugarte, D. A., Alfonso, Z., Zuk, P. A., Elbarbary, A., Zhu, M., Ashjian, P., ... Fraser, J. K. (2003). Differential expression of stem cell mobilization-associated molecules on multi-lineage cells from adipose tissue and bone marrow. *Immunology Letters*, 89(2-3), 267–270. [http://doi.org/10.1016/S0165-2478\(03\)00108-1](http://doi.org/10.1016/S0165-2478(03)00108-1)
- DiBartola, S. P., Rutgers, H. C., Zack, P. M., & Tarr, M. J. (1987). Clinicopathologic findings associated with chronic renal disease in cats: 74 cases (1973-1984). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 190(9), 1196-1202. PMID: 3583899
- Echeverry, D. M., Rojas, D. M., Aguilera, C. J., Veraguas, D. M., Cabezas, J. G., Rodríguez-Álvarez, L., & Castro, F. O. (2019a). Differentiation and multipotential characteristics of

- mesenchymal stem cells derived from adipose tissue of an endangered wild cat (*Leopardus guigna*). *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 51(1), 17-26. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322019000100104>
- Echeverry Berrío, D. M. (2019b). Plasticidad de células felinas diferenciadas y su transición a mayores niveles de potencia. [Tesis para optar al grado de doctorado en Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción]. Repositorio institucional. <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/1016>
- Echeverry, D., Rojas, D., Aguilera, C., Rodríguez-Alvarez, L., & Castro, F. (2020a). Effect of growth factors and reprogramming molecules on induction to multipotency of dermal fibroblasts from colocolo (*Leopardus colocolo*). *Reproduction, Fertility and Development*, 32(2), 232-232. <https://doi.org/10.1071/RDv32n2Ab208>
- Echeverry, D. M., Asenjo, P. A., Rojas, D. M., Aguilera, C. J., Rodríguez-Álvarez, L., & Castro, F. O. (2020b). Characterization of mesenchymal stem cells derived from adipose tissue of a cougar (*Puma concolor*). *Animal Reproduction*, 17. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2019-0109>
- Echeverry DM., Aguilera, C. j., Rojas, DM., Rodríguez-Álvarez, L., & Castro, F. O. (2021). Efeito do ácido valpróico e dos fatores de crescimento na plasticidade dos fibroblastos dérmicos felinos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3). <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-010>
- Fortier, L., & Travis, A. (2011). Stem cells in veterinary medicine. *Stem Cell Research & Therapy*, 2(1), 9. <http://doi.org/10.1186/scrt50>
- Gattegno-Ho, D., Argyle, S. A., & Argyle, D. J. (2012). Stem cells and veterinary medicine: tools to understand diseases and enable tissue regeneration and drug discovery. *The Veterinary Journal*, 191(1), 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.08.007>
- Gomes de Figueiredo, D., Figueiredo, J., Valeriano, A. C. D., Hill, A. B. T., & Hill, J. E. B. T. (2021). Mesenchymal Stem Cell Injection into Kidney Acupoints-A Case Report of A Feline With Chronic Kidney Disease. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 38(1), 29989-29991. <http://doi.org/10.26717/BJSTR.2021.38.006091>
- Gómez, M. C., Qin, Q., Biancardi, M. N., Galiguis, J., Dumas, C., MacLean, R. a., ... Pope, C. E. (2015). Characterization and Multilineage Differentiation of Domestic and Black-Footed Cat Mesenchymal Stromal/Stem Cells from Abdominal and Subcutaneous Adipose Tissue. *Cellular Reprogramming*, 17(5), 376-392. <http://doi.org/10.1089/cell.2015.0040>
- Haney, M.J.; Klyachko, N.L.; Zhao, Y.; Gupta, R.; Plotnikova, E.G.; He, Z.; Patel, T.; Piroyan, A.; Sokolsky, M.; Kabanov, A.V.; et al. (2015). Exosomes as drug delivery vehicles for Parkinson's disease therapy. *J. Control. Release*, 207, 18-30. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2015.03.033>
- Ha, D.; Yang, N.; Nadithe, V. (2016). Exosomes as therapeutic drug carriers and delivery vehicles across biological membranes: Current perspectives and future challenges. *Acta Pharm. Sin. B* 2016, 6, 287-296. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2016.02.001>
- Huang, L., Wong, S., Snyder, E.Y. et al. (2014). Human neural stem cells rapidly ameliorate symptomatic inflammation in early-stage ischemic-reperfusion cerebral injury. *Stem Cell Res Ther* 5, 129. <https://doi.org/10.1186/scrt519>
- Iacono E, Cunto M, Zambelli D, R. F., & Tazzari PL, M. B. (2012). Could fetal fluid and membranes be an alternative source for mesenchymal stem cells (MSCs) in the feline species? A preliminary study. *Vet Res Commun*, 36, 107-118. <https://doi.org/10.1007/s11259-012-9520-3>
- Iacono, E., Rossi, B., & Merlo, B. (2015). Stem cells from foetal adnexa and fluid in domestic animals: An update on their features and clinical application. *Reproduction in Domestic Animals*, 50(3), 353-364. <http://doi.org/10.1111/rda.12499>
- Jiang, W., & Xu, J. (2020). Immune modulation by mesenchymal stem cells. *Cell proliferation*, 53(1), e12712.
- Kol, A., Wood, J. A., Carrade Holt, D. D., Gillette, J. A., Bohannon-Worsley, L. K., Puchalski, S. M., ... Borjesson, D. L. (2015). Multiple intravenous injections of allogeneic equine mesenchymal stem cells do not induce a systemic inflammatory response but do alter lymphocyte subsets in healthy horses. *Stem Cell Res Ther*, 6(1), 73. <http://doi.org/10.1186/s13287-015-0050-0>
- Kono, S., Kazama, T., Kano, K., Harada, K., Uechi, M., & Matsumoto, T. (2014). Phenotypic and functional properties of feline dedifferentiated fat cells and adipose-derived stem cells. *Veterinary Journal (London, England : 1997)*, 199(1), 88-96. <http://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.10.033>
- Kraińska, M. M., Pietrzowska, N., Turlej, E., Zongjin, L., & Marycz, K. (2021). Extracellular vesicles derived from mesenchymal stem cells as a potential therapeutic agent in acute kidney injury (AKI) in felines: review and perspectives. *Stem Cell Research & Therapy*, 12(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s13287-021-02573-6>

- Lee, S. R., Lee, S. H., Moon, J. Y., Park, J. Y., Lee, D., Lim, S. J., ... & Ihm, C. G. (2010). Repeated administration of bone marrow-derived mesenchymal stem cells improved the protective effects on a remnant kidney model. *Renal failure*, 32(7), 840-848. <https://doi.org/10.3109/0886022X.2010.494803>
- Maciel, B. B., Rebelatto, C. L. K., Brofman, P. R. S., Brito, H. F. V., Patricio, L. F. L., Cruz, M. A., & Locatelli-Dittrich, R. (2014). Morphology and morphometry of feline bone marrow-derived mesenchymal stem cells in culture. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(11), 1127-1134. <http://doi.org/10.1590/S0100-736X2014001100016>
- Maggio, L., Hoffman, R., Cotter, S. M., Dainiak, N., Mooney, S., & Maffei, L. A. (1978). Feline preleukemia: an animal model of human disease. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 51(4), 469. Maggio L, Hoffman R, Cotter SM, Dainiak N, Mooney S, Maffei LA. Feline preleukemia: an animal model of human disease. *Yale J Biol Med.*;51(4):469-76. PMID: 220806; PMCID: PMC2595627.
- Martin, D. R., Cox, N. R., Hathcock, T. L., Niemeyer, G. P., & Baker, H. J. (2002). Isolation and characterization of multipotential mesenchymal stem cells from feline bone marrow. *Experimental Hematology*, 30(8), 879-886. [http://doi.org/10.1016/S0301-472X\(02\)00864-0](http://doi.org/10.1016/S0301-472X(02)00864-0)
- Mollichella, M. L., Mechin, V., Royer, D., Pageat, P., & Asproni, P. (2022). Isolation and Characterization of Cat Olfactory Ecto-Mesenchymal Stem Cells. *Animals*, 12(10), 1284. <https://doi.org/10.3390/ani12101284>
- Morgani, S., & Brickman, J. (2014). The molecular underpinnings of totipotency. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.*, 369:201305. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0549>
- Murdoch JR and Lloyd CM. (2010). Chronic inflammation and asthma. *Mutat Res.*; 690: 24-39
- Nazari-Shafti, T. Z., Freisinger, E., Roy, U., Bulot, C. T., Senst, C., Dupin, C. L., Chaffin, A. E., Srivastava, S. K., Mondal, D., Alt, E. U., et al. (2011). Mesenchymal stem cell derived hematopoietic cells are permissive to HIV-1 infection. *Retrovirology*, 8(1), 3.
- Noh, S. A., Kim, T., & Ju, J. (2021). Case reports of amniotic membrane derived-cell treatment for feline chronic renal failure. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*, 36(2), 116-120. <https://doi.org/10.12750/JARB.36.2.116>
- Norris Reinero CR, Decile KC, Berghaus RD, et al. (2004). An experimental model of allergic asthma in cats sensitized to house dust mite or bermuda grass allergen. *Int Arch Allergy Immunol*; 135: 117-131.
- Park, S. A., Reilly, C. M., Wood, J. a., Chung, D. J., Carrade, D. D., Deremer, S. L., ... Murphy, C. J. (2013). Safety and immunomodulatory effects of allogeneic canine adipose-derived mesenchymal stromal cells transplanted into the region of the lacrimal gland, the gland of the third eyelid and the knee joint. *Cytotherapy*, 15(12), 1498-1510. <http://doi.org/10.1016/j.jcyt.2013.06.009>
- Prasse KW, Winston SM. (1996). Cytology and histopathology of feline eosinophilic keratitis. *Vet Comp Ophthalmol.*;6:74-81.
- Quimby, J. M., Webb, T. L., Habenicht, L. M., & Dow, S. W. (2013). Safety and efficacy of intravenous infusion of allogeneic cryopreserved mesenchymal stem cells for treatment of chronic kidney disease in cats: results of three sequential pilot studies. *Stem Cell Research & Therapy*, 4(2), 48. <http://doi.org/10.1186/scrt198>
- Quimby, J. M., Webb, T. L., Randall, E., Marolf, a., Valdes-Martinez, a., & Dow, S. W. (2015). Assessment of intravenous adipose-derived allogeneic mesenchymal stem cells for the treatment of feline chronic kidney disease: a randomized, placebo-controlled clinical trial in eight cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. <http://doi.org/10.1177/1098612X15576980>
- Quimby, J. M., & Dow, S. W. (2015). Novel treatment strategies for feline chronic kidney disease: A critical look at the potential of mesenchymal stem cell therapy. *The Veterinary Journal*, 204(3), 241-246. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.04.007>
- Ryan, J. M., Barry, F. P., Murphy, J. M., & Mahon, B. P. (2005). Mesenchymal stem cells avoid allogeneic rejection. *Journal of Inflammation*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/1476-9255-2-8>
- Samaha, G., Beatty, J., Wade, C. M., & Haase, B. (2019). The Burmese cat as a genetic model of type 2 diabetes in humans. *Animal Genetics*, 50(4), 319-325.
- Sato, K., Yamawaki-Ogata, A., Kanemoto, I., Usui, A., & Narita, Y. (2016). Isolation and characterisation of peripheral blood-derived feline mesenchymal stem cells. *The Veterinary Journal*, 216, 183-188.
- Sehwon, K., & Piedrahita, J. (2014). From “ES-like” cells to induced pluripotent stem cells: a historical perspective in domestic animals. *Theriogenology*, 81(1), 103-11. <http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.009>

- Seo, M. S., Kang, K. K., Oh, S. K., Sung, S. E., Kim, K. S., Kwon, Y. S., & Yun, S. (2021). Isolation and characterization of feline Wharton's jelly-derived mesenchymal stem cells. *Veterinary Sciences*, 8(2), 24. <https://doi.org/10.3390/vetsci8020024>
- Siebelink, K. H., Chu, I. H., RIMMELZWAAN, G. F., Weijer, K., van Herwijnen, R., Knell, P., ... & OSTERHAUS, A. D. (1990). Feline immunodeficiency virus (FIV) infection in the cat as a model for HIV infection in man: FIV-induced impairment of immune function. *AIDS Research and Human Retroviruses*, 6(12), 1373-1378. <https://doi.org/10.1089/aid.1990.6.1373>
- Taechangam, N., Iyer, S. S., Walker, N. J., Arzi, B., & Borjesson, D. L. (2019). Mechanisms utilized by feline adipose-derived mesenchymal stem cells to inhibit T lymphocyte proliferation. *Stem Cell Research & Therapy*, 10(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s13287-019-1300-3>
- Taechangam, N., Kol, A., Arzi, B., & Borjesson, D. L. (2021). Multipotent Stromal Cells and Viral Interaction: Current Implications for Therapy. *Stem Cell Reviews and Reports*, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s12015-021-10224-9>
- Trzil, J. E., Masseau, I., Webb, T. L., Chang, C. H., Dodam, J. R., Cohn, L. A., ... & Reiner, C. R. (2014). Long-term evaluation of mesenchymal stem cell therapy in a feline model of chronic allergic asthma. *Clinical & Experimental Allergy*, 44(12), 1546-1557.
- Trzil, J. E., Masseau, I., Webb, T. L., Chang, C.-H., Dodam, J. R., Liu, H., ... Reiner, C. R. (2015). Intravenous adipose-derived mesenchymal stem cell therapy for the treatment of feline asthma: a pilot study. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. <http://doi.org/10.1177/1098612X15604351>
- Turturici G, Tinnirello R, Sconzo G, Geraci F. (2014). Extracellular membrane vesicles as a mechanism of cell-to-cell communication: advantages and disadvantages. *Am J Physiol Cell Physiol*;306:621-33. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00228.2013>
- Vidane, A. S., Souza, A. F., Sampaio, R. V., Bressan, F. F., Pieri, N. C., Martins, D. S., ... Ambrósio, C. E. (2014). Cat amniotic membrane multipotent cells are nontumorigenic and are safe for use in cell transplantation. *Stem Cells and Cloning : Advances and Applications*, 7, 71-8. <http://doi.org/10.2147/SCCAA.S67790>
- Villatoro, A. J., Claros, S., Fernández, V., Alcoholado, C., Fariñas, F., Moreno, A., ... & Andrades, J. A. (2018). Safety and efficacy of the mesenchymal stem cell in feline eosinophilic keratitis treatment. *BMC Veterinary Research*, 14(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1413-4>
- Villatoro, A. J., Martín-Astorga, M. D. C., Alcoholado, C., Sánchez-Martín, M. D. M., & Becerra, J. (2021). Proteomic analysis of the secretome and exosomes of feline adipose-derived mesenchymal stem cells. *Animals*, 11(2), 295. <https://doi.org/10.3390/ani11020295>
- Wang B, et al. (2017). Pre-incubation with hucMSC-exosomes prevents cisplatin-induced nephrotoxicity by activating autophagy. *Stem Cell Res Ther.*; 8:1-14
- Webb, T. L., & Webb, C. B. (2015). Stem cell therapy in cats with chronic enteropathy: a proof-of-concept study. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 17(10), 901-908. <http://doi.org/10.1177/1098612X14561105>
- Webb, T. L., & Webb, C. B. (2022). Comparing adipose-derived mesenchymal stem cells with prednisolone for the treatment of feline inflammatory bowel disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 1098612X221104053.
- Willett, B., Flynn, N., & Hoscic, M. (1997). FIV infection of the domestic cat: an animal model for AIDS. *Immunology Today*, 18(4), 182-189. [https://doi.org/10.1016/S0167-5699\(97\)84665-8](https://doi.org/10.1016/S0167-5699(97)84665-8)
- Wood, J., Chung, D., Park, S., Zwingenberger, A., Reilly, C., Ly, I., ... Murphy, C. (2012). Periocular and Intra-Articular Injection of Canine Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells: An In Vivo Imaging and Migration Study. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*, 28(3), 307-317. <http://doi.org/doi:10.1089/jop.2011.0166>.
- Wu, X., Dao Thi, V. L., Huang, Y., Billerbeck, E., Saha, D., Hoffmann, H.-H., Wang, Y., Silva, L. A. V., Sarbanes, S., Sun, T., et al. (2018). Intrinsic immunity shapes viral resistance of stem cells. *Cell*, 172(3), 423-438.e425. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.11.018>
- Zhang, L. B., & He, M. (2019). Effect of mesenchymal stromal (stem) cell (MSC) transplantation in asthmatic animal models: a systematic review and meta-analysis. *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics*, 54, 39-52.



Revisión bibliográfica sobre el uso de probióticos y su potencial aplicación en el cultivo de salmónidos en Chile

Ricardo Gutiérrez¹, Daniel A. Medina^{1,2}.

¹Facultad de Ciencias de la Naturaleza, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad San Sebastián, Puerto Montt, Chile.

²Laboratorio Institucional Patagonia, Universidad San Sebastián, Puerto Montt, Chile.

✉ Daniel Medina: daniel.medina@uss.cl

Resumen

Los peces están en contacto estrecho con el medio en el que habitan, lo que resulta en una constante exposición a una amplia diversidad de microorganismos que habitan en el medio ambiente. Algunos de estos microorganismos tienen la capacidad de colonizar el tracto intestinal de los peces, lugar en el que habitan organismos tales como bacterias, hongos, arqueas, virus y protozoos. Muchos de ellos poseen un efecto benéfico para el lugar que habitan. Sin embargo, otros pueden ser patógenos para su huésped y pueden provocar un desequilibrio en el estado fisiológico, causando enfermedades. Durante los últimos años, se ha demostrado en humanos y animales que la suplementación de la dieta con ciertos microorganismos tiene un efecto positivo para la salud. Los probióticos son células microbianas cuyo consumo resulta ser beneficioso para la salud del huésped. El objetivo de esta revisión es ahondar en el uso de probióticos en la industria de la salmonicultura. Para ello, se realizó una revisión sistemática, en donde se seleccionó un total de 69 documentos relacionados con el uso de probióticos. De los trabajos revisados, se desprende que los probióticos pueden ser una fuente eficiente para mantener la salud de los salmónidos, debido a su efecto modulador de la microbiota intestinal. Además, se describen las ventajas y desventajas que genera la suplementación de los probióticos en el alimento de salmónidos.

Palabras claves: microbiota intestinal, probióticos, salmónidos.

Abstract

Fish are in close contact with the environment they inhabit, resulting in constant exposure to a wide diversity of microorganisms that inhabit the environment. Some of these microorganisms can colonize the intestinal tract of fish, a place where organisms such as bacteria, fungi, archaea, viruses and protozoa live. Many of them have a beneficial effect on the place they inhabit. However, others can be pathogenic to their host and can cause an imbalance in the physiological state, causing disease.

During recent years, it has been shown in humans and animals that dietary supplementation with microorganisms has a positive effect on health. Probiotics are microbial cells whose consumption turns out to be beneficial for the health of the host. The objective of this review is to delve into the use of probiotics in the salmon farming industry.

For this, a systematic review was carried out, where a total of 69 documents related to the use of probiotics were selected. From the studies reviewed, it can be deduced that probiotics can be an efficient source to maintain the health of salmon, due to their modulating effect on the intestinal microbiota. In addition, the advantages and disadvantages generated by the supplementation of probiotics in salmon feed are described.

Key words: gut microbiota, probiotics, salmonids.

Introducción

Los peces están en contacto estrecho con el medio en el que habitan, lo que produce un intercambio con cantidades elevadas de distintos tipos de microorganismos, muchos de estos saprófitos y otros patógenos, algunos de los cuales son capaces de generar lesiones en los tejidos de los peces, sin embargo, en condiciones normales, la salud de los peces se mantiene estable y en equilibrio con los microorganismos que habitan a su alrededor y en ellos mismos (Ellis, 2001).

Los salmónidos en su ciclo de vida atraviesan por distintas etapas, principalmente una en agua dulce y otra en agua de mar (Folmar y Dickhoff, 1980). La fase de agua dulce es la que presenta mayores problemas, ya que, el salmón debe nacer y desarrollarse, a medida que crecen presentan una serie de transformaciones para adaptarse a agua de mar, etapa que se conoce como esmoltificación (Baldisserotto y Mancera, 2007), en la que los peces pasan de un medio hiposmótico (agua dulce) a uno hiperosmótico (agua salada). Este proceso genera una serie de cambios en el organismo de los peces preparándolos para migrar desde lagos o ríos al mar (Martos-Sitcha, 2013). Se ha reportado que estos cambios de salinidad (que a su vez están acompañados por cambios de temperatura), generan cambios en el microbioma intestinal de los peces (Hovda et al., 2012).

El microbioma se define como toda la diversidad de microorganismos y sus genes, que se encuentran presentes en un sitio determinado, mientras que la microbiota es la población microbiana presente en un

nicho específico, por ejemplo, el tracto intestinal (Khanna y Tosh, 2014). De lo anterior se desprende que el microbioma intestinal es el conjunto de microorganismos y sus rutas funcionales que están presentes en un sitio, por ejemplo, el tracto intestinal, en donde es posible encontrar la presencia de microorganismos tales como bacterias, hongos, arqueas, virus y protozoos, los cuales, se verán fuertemente influenciados por el tipo de dieta, el estrés, la genética y los factores ambientales que experimenta el huésped. Por lo tanto, es posible afirmar que hay factores abióticos y bióticos que pueden influenciar la homeostasis en el microbioma intestinal de los peces (Ghanbari et al., 2015). La importancia de cómo está compuesto el microbioma radica en que este realiza una serie de actividades que generan efectos positivos para el organismo, tales como la protección frente a microorganismos patógenos, la regulación de la respuesta inmune y de la respuesta inflamatoria, así como la degradación de nutrientes que el huésped no puede degradar por sí mismo (Shukla et al., 2017), efectos beneficiosos que en caso de perderse el balance microbiológico, podrían provocar alteraciones fisiológicas que afectarían el correcto funcionamiento del sistema digestivo (Roy y Trinchieri, 2017).

Los microorganismos que componen el microbioma en conjunto con el huésped viven en una asociación simbiótica, en donde uno otorga nutrientes mientras que los otros entregan funciones metabólicas que el huésped no posee (Gonçalves y Escárte, 2017), es por ello que al conjunto de microorganismos que habitan en el intestino se les considera como un “órgano extra”, ya que su composición es clave para la salud de los organismos superiores (Feng et al.,

2018). En ese sentido, el microbioma de los peces es ampliamente diverso (Merrifield y Rodiles, 2015), siendo las bacterias los microorganismos que se encuentran en mayor cantidad dentro del tracto gastrointestinal (Rombout et al., 2011). Entre estos, destaca la presencia de tres filos importantes: Proteobacterias, Bacteroidetes y Firmicutes, los cuales comprenden alrededor del 90% del microbiota de distintas especies de peces (Ghanbari et al., 2015). Dentro de los mecanismos más importantes que estos microorganismos regulan son los procesos digestivos, la síntesis de vitaminas, la regulación energética, la producción de ácidos grasos, la protección frente a patógenos y la modulación del sistema inmunológico (Al-Assal et al., 2018).

El uso prolongado de antibióticos por parte de la industria acuícola genera residuos que llegan al medio acuático a través de las heces y orina de los peces en forma de metabolitos, los cuales pueden provocar un fenómeno de resistencia antimicrobiana en los microorganismos que viven en peces silvestres que habitan cercanos a instalaciones acuícolas, provocando que la efectividad de los antimicrobianos para el tratamiento de enfermedades disminuya (Hollis y Ahmed, 2014; Kemper, 2008).

El control de agentes microbianos patógenos ha sido históricamente controversial, debido al ascendente uso que se le da en medicina veterinaria a los antibióticos (Sahu et al., 2008), lo cual puede provocar un desequilibrio en la microbiota del tracto gastrointestinal, lo que podría conllevar a una mayor susceptibilidad frente a enfermedades. Además, el uso indiscriminado de antibióticos puede relacionarse con una acumulación de fármacos en los tejidos de los salmónidos debido a las altas concentraciones que se administran en ellos (Carnevali et al., 2017). Dado el éxito que han demostrado en mantener la salud en humanos (Bedani y Rossi, 2009) durante los últimos años se ha explorado la utilización de microorganismos probióticos para la suplementación de la alimentación de salmónidos en la industria de la acuicultura (Abelli et al., 2009).

Los probióticos tienen la capacidad de modular la microbiota del tracto intestinal de forma beneficiosa,

disminuyendo la probabilidad de contraer enfermedades causadas por distintos tipos de patógenos, regulan el sistema inmune de forma positiva (Balcázar et al., 2006) y además se ha descrito que mejoran la reproducción y la tolerancia al estrés en los salmónidos (Popovic et al., 2017). Por lo tanto, la utilización de microorganismos beneficiosos ha resultado ser útil para mejorar la salud de salmónidos, mediante la estimulación del correcto funcionamiento de los mecanismos fisiológicos de los peces (Butt y Volkoff, 2019).

Los probióticos son entes vivos conformados por células microbianas que entregan un amplio beneficio para el desarrollo de la salud en el huésped, promoviendo el crecimiento y proliferación de bacterias beneficiosas para el organismo (Balcázar et al., 2006). Es decir, los probióticos son “organismos vivos que administrados en cantidades adecuadas proporcionan un beneficio saludable en el huésped” (FAO, 2001).

Entre los probióticos más conocidos en la industria acuícola se encuentran los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Shewanella*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Clostridium* y *Saccharomyces* (Carnevali et al., 2017, la utilización de estos probióticos es más beneficiosa si se combinan entre sí, a diferencia si se les administra por separado. Al estar juntos aumentan considerablemente la supervivencia de estos en el intestino, lo cual genera un aumento de bacterias beneficiosas en el tracto intestinal (Ramos et al., 2013). Por otro lado, los prebióticos corresponden a alimentos no digeribles por el huésped que estimulan el crecimiento de organismos beneficiosos de la microbiota intestinal (Ghanbari et al., 2015).

En el presente trabajo se revisará el uso de probióticos como suplemento alimenticio para la crianza del salmón del atlántico (*Salmo salar*), trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*). Abordaremos su aplicación como suplemento alimenticio en dietas funcionales y como estos pueden beneficiar la composición del microbiota intestinal, promoviendo el desarrollo de

organismos y aumentando la respuesta inmune frente a diversos agentes patógenos. Se presentarán evidencias bibliográficas que demuestran que el uso de probióticos podría generar amplios beneficios para la industria nacional de salmónidos.

Materiales y Métodos

Se realizó una revisión sistemática de bibliografía de trabajos e investigaciones relacionados con los beneficios, desarrollo e implementación de probióticos en la acuicultura, con especial foco en su aplicación en salmónidos. La información se obtuvo desde artículos científicos, libros, revistas científicas y memorias de títulos.

Para la búsqueda de información se utilizaron los buscadores académicos Google Scholar, Dialnet Plus y EBSCOhost, utilizando los operadores Booleanos “AND” para buscar información que incluya ambos términos utilizados y “OR” para que la búsqueda de los términos sea por separado, así como “NOT” para que la búsqueda discriminara algún término utilizado que no sea de importancia para la revisión (Vilanova, 2012).

Para esta búsqueda se utilizaron combinaciones de las siguientes palabras claves, ya sea en idioma español e inglés.

Probióticos/probiotics.

Microbiota intestinal/gut microbiota.

Acuicultura/aquaculture.

Sistema inmune/immune system.

Salmónidos/salmonids.

La revisión bibliográfica se enfocó en temas que incluyeran los “beneficios que generan los probióticos”, “dietas con incorporación de probióticos”, “ventajas y desventajas de los probióticos”, “cómo los probióticos interactúan y generan cambios en la composición de la microbiota intestinal” y “el uso de probióticos para mejorar la resistencia frente a distintos patógenos o factores que alteren el crecimiento de los salmónidos”. Se excluyeron los trabajos que se enfocaran en el uso de probióticos en otras especies de interés en la acuicultura, tales como camarones, mitílidos o algas y sólo se consideraron documentos entre los años 2005– 2021.

Resultados

Inicialmente, se encontraron un total de 111 artículos que cumplieron los criterios de búsqueda, los cuales fueron revisados y seleccionados mediante un proceso de exclusión e inclusión, según lo indicado en el apartado de materiales y métodos. Esto nos condujo a un total de 69 documentos, los cuales se clasificaron según lo descrito en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipo y número de documentos consultados.

Artículos científicos	libros	Bases de datos	Páginas web	Tesis	Total
53	2	3	4	7	69

Beneficios de los probióticos en la producción de salmónidos

Los probióticos son microorganismos que generan beneficios para la salud de los salmónidos (Henríquez, 2013) de tal manera que su implementación en la

dieta ha demostrado mejorar parámetros tales como su crecimiento y su desarrollo, otorgando además protección contra diversos patógenos, mediante la modulación del sistema inmune y mejorando la asimilación de nutrientes (Quispe et al., 2020). Diversos estudios de suplementación de dietas con

diferentes especies de microorganismos se han desarrollado en los últimos años (Tabla 2). Shefat (2018) propone que los probióticos pueden ser una alternativa para mejorar la salud de las especies en acuicultura, debido a que se ha demostrado que otorgan diversas ventajas (Tabla 3), además de ser una posible solución al uso excesivo de antibióticos en la industria. Por ejemplo, bacterias del género *Bacillus* poseen capacidades inmunoestimuladoras, además de producir sustancias tales como péptidos antimicrobianos, enzimas y aminoácidos (Gisbert et al., 2013). Por otro lado, en un trabajo de investigación utilizando el probiótico *Aliivibrio* spp en trucha arcoíris (Klakegg et al., 2020), determinó que su administración ayudó a un mejor desarrollo, optimizando la tasa de conversión de alimentos y permitiendo disminuir la mortalidad durante la fase de transferencia a agua de mar.

En el estudio de Kiron y colaboradores (2015) se concluyó que el salmón del Atlántico suplementado nutricionalmente con la dieta Bactocell® (que posee el probiótico *Pediococcus acidilactici*) resultó útil para contrarrestar la enteritis producida por la proteína vegetal que aporta la soja presente en algunos alimentos y ayudó a retrasar los procesos inflamatorios intestinales. En ese sentido, Abid (2014) sostuvo que la bacteria *P. acidilactici* utilizada para suplementar el alimento de trucha arcoíris disminuyó la abundancia de bacterias patógenas, modificó la

expresión génica y mejoró la respuesta inmune por parte de los peces.

Por su parte, Gonçalves y Escárte (2017) demostraron que el uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de truchas arcoíris ayuda al desarrollo de bacterias de los filos Firmicutes y Fusobacteriota en el microbiota intestinal, quienes poseen miembros bacterianos que producen beneficios para el organismo de la trucha. Complementariamente, en el estudio liderado por Castro y colaboradores (2017) al ofrecer dietas con *S. cerevisiae* a trucha arcoíris y posteriormente exponerlas al patógeno *Vibrio anguillarum*, determinaron que los peces cuya dieta fue suplementada con la levadura, tuvieron una mejor respuesta frente a la exposición del agente patógeno, registrando un aumento en rendimiento del sistema inmune.

Otros estudios realizados en especies como el pez cebra determinaron que el uso de levaduras como *Debaryomyces hansenii* y *Yarrowia lipolytica* aumento la diversidad de bacterias y mejoraron los mecanismos metabólicos del microbiota del pez frente al patógeno *V. anguillarum*, sugiriendo que estas especies podrían tener un potencial probiótico protector en el cultivo de otros peces frente a la infección de *V. anguillarum* (Vargas et al., 2021).

Tabla 2. Microorganismos probióticos que han demostrado beneficios en la suplementación de las dietas de salmón del Atlántico, trucha arcoíris y salmón coho.

Salmónidos	Probiótico utilizado
Salmon del atlántico (<i>Salmo salar</i>)	<i>Vibrio alginolyticus</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>
	<i>Carnobacterium sp.</i>
	<i>Carnobacterium spp.</i>
	<i>Pediococcus acidilactici</i>

	<i>Pseudomonas flourescens</i>
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>
	<i>Pseudomonas sp.</i>
	<i>Carnobacterium spp.</i>
	<i>Vibrio fluviales</i>
	<i>Aliivibrio spp</i>
	<i>Aeromonas hydrophila</i>
	<i>Bacillus licheniformis</i>
	<i>Bacillus subtilis</i>
	<i>Aeromonas sobria</i>
	<i>Saccharomyces boulardii</i>
	<i>Micrococcus sp.</i>
	<i>Vibrio sp.</i>
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>
	<i>Lactobacillus sakei</i>
	<i>Lactococcus lactis subsp. Lactis</i>
	<i>Enterobacter cloacae</i>
	<i>Bacillus mojavensis</i>
	<i>Kocuria SM1</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>
	<i>Enterobacter sp.</i>
Salmon coho (<i>Oncorhynchus kisutch</i>)	No se encontró registro

Tabla 3. Ventajas y desventajas del uso de los probióticos en salmónidos.

Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Impide el crecimiento de patógenos en el tracto gastrointestinal y otros lugares del organismo. 2. Mejora digestibilidad y produce un ajuste microbiano. 3. Proporcionan la nutrición adecuada para organismos acuáticos. 4. Estimula la respuesta inmune frente la presencia de enfermedades. 5. Mejorar la calidad del agua y asegura un medio ambiente adecuado para los salmónidos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Localización y mantención en la ubicación donde se necesita su efecto. 2. Etiquetado incorrecto o mal interpretado puede generar errores de aplicación. 3. La mala elección de probióticos podría generar el aumento de agentes patógenos. 4. Se necesita de Tecnología avanzada para preparar los alimentos con probióticos. 5. Disminución de la viabilidad del microorganismo al ser agregado al alimento.

Mecanismos con los que actúan sobre el microbiota intestinal

Los probióticos poseen diferentes mecanismos por los cuales interactúan con los organismos hospederos, generando un beneficio para ellos. A continuación, se describen alguno de los mecanismos por los cuales su efecto es beneficioso para la salud de salmónidos.

Competencia por sitios de adhesión

Las cepas probióticas tienen la capacidad de unirse al mucus intestinal para asegurar su permanencia en el huésped (Vine et al., 2004), fenómeno que produce una barrera física para proteger de la adhesión de otros microorganismos patógenos (Shefat, 2018). Por ejemplo, Balcazar y colaboradores (2007) demostraron que la suplementación del alimento de truchas con bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus sakei* & *Lactococcus lactis subsp. Lactis*) inhibe la adhesión de microorganismos patógenos tales como *Aeromonas salmonicida subsp. Salmonicida*, *Yersinia ruckeri*, *V. anguillarum* y *Renibacterium salmoninarum*.

Modulación del sistema inmune

Los probióticos pueden estimular la respuesta inmune mediante un aumento de la presencia de

anticuerpos, macrófagos y células T, al suplementar bacterias beneficiosas tales como *Carnobacterium maltaromaticum* y *Carnobacterium divergens*, tal como Shefat (2018) y Kim (2006) demostraron en trucha arcoíris.

Otras especies como la trucha café (*Salmo trutta trutta*) han sido alimentadas con bacterias probióticas como *Lactococcus lactis*, *Lactococcus sakei* y *Lactococcus mesenteroides* las cuales ayudaron a aumentar la respuesta humoral, produciendo un aumento de inmunoglobulinas y un aumento de la actividad de lisozima en el suero del salmón (Balcazar et al., 2007).

Producción de sustancias antibacterianas

Algunas bacterias probióticas son capaces de generar sustancias como bacteriocinas y peróxido de hidrogeno para generar un efecto negativo contra otras bacterias patógenas y así evitar su posible colonización en el organismo (Shefat, 2018).

El peróxido de hidrógeno (H₂O₂) puede generar la inhibición del crecimiento de bacterias gracias a su efecto oxidante que presentan sobre la pared celular y además genera la desnaturalización de proteínas celulares (De et al., 2014). La formación del peróxido de hidrógeno se necesita de oxígeno, por lo tanto las

zonas donde más se produce es la boca y algunas regiones del tracto gastrointestinal en su porción más craneal del individuo (Dicks y Botes, 2010). Un ejemplo de agentes probióticos productores de H₂O₂ son algunas especies del género *Lactobacillus*, que ayudan a reducir el pH intestinal produciendo una inhibición en los agentes patógenos presentes en el intestino (Tormo, 2006).

Por su parte, las bacteriocinas son péptidos o proteínas con características bactericidas las cuales son metabolizadas por diversas bacterias y producen la inhibición de la biosíntesis de la pared celular, modulación enzimática y altera la permeabilidad de membrana bacteriana (Šušković et al., 2010). Pérez-Sánchez y colaboradores (2011) al indagar sobre la actividad antagonista de miembros del microbiota de trucha arcoíris para prevenir la colonización de *Lactococcus garvieae* determinaron que especies pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus* y *Leuconostoc* poseen actividad antagonista contra *L. garvieae*, mediante la producción de bacteriocinas.

Mejora de la calidad de agua

Otra estrategia en la que se han utilizado microorganismos probióticos ha sido su suplementación directa al agua, lo que ha demostrado la disminución de agentes patógenos y aumento considerablemente la calidad de la misma (Qi et al., 2009). Las bacterias probióticas del género *Bacillus* pueden mejorar las condiciones en las que se mantienen los salmones en el agua (Dawood y Koshio, 2016) optimizando el pH, el oxígeno disuelto, el sulfato de hidrogeno y el amoniacó (Chauhan y Singh, 2019).

Desarrollo de dietas elaboradas con probióticos para la producción acuícola

Algunos de los probióticos más utilizados son especie pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Shewanella*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Clostridium* y *Saccharomyces* (Carnevali et al., 2017).

El primer probiótico autorizado por la Unión Europea fue *P. acidilactici* (BACTOCELL®), el cual corresponde a una cepa probiótica con diversas características, capaz de mejorar la composición del microbiota intestinal, aumentar la protección intestinal, optimizar la absorción de nutrientes y promover las defensas en los salmónidos. Además, ha demostrado beneficios al incorporarse en el alimento de otras especies de producción tales como porcinos y aves (Lallemand, 2020). En Chile se realizaron ensayos que mostraron una baja en un 40% de deformidades en alevines, mejoró el crecimiento y el estado de salud de salmónidos (Aqua, 2014).

Este suplemento probiótico estimula el crecimiento de bacterias ácido lácticas, optimizando su desarrollo, mejora el ambiente para bacterias del género *Lactobacillus*, cuya presencia es positiva para el tracto gastrointestinal del organismo y permite la transformación de nutrientes complejos para una mejor digestión del alimento (Lallemand, 2020). Por ejemplo, Jaramillo-Torres y colaboradores (2019), al realizar ensayos en salmón del Atlántico y entregar el probiótico *P. acidilactici* registraron que esta bacteria puede generar la activación de la respuesta antiviral de los individuos suplementados con este alimento.

Discusión

Los probióticos son un suplemento nutricional funcional que permite mejorar el crecimiento y desarrollo de salmónidos, el cual se administra a través de la dieta mediante la suplementación del alimento (Henríquez, 2013; Quispe et al., 2020). Confieren protección frente a diversos agentes patógenos modulando el sistema inmunológico y la respuesta inflamatoria de estas especies (Shefat, 2018).

Henríquez (2013) en Chile, realizó un estudio con 150 alevines de salmón del Atlántico dividiéndolos en 3 grupos siendo uno de control mientras que los otros fueron suplementados con probióticos en sus dietas, utilizaron cepas probióticas como *Pediococcus*, *Carnobacterium* y *Lactococcus* y demostraron que podían resistir en el tracto gastrointestinal y mejorar la respuesta frente a agentes patógenos que se

encuentren en el ambiente de estos peces. Esto sugiere que el uso de probióticos es una alternativa eficaz para combatir la presencia de agentes patógenos en el medio que habitan los salmones y así poder mejorar la salud y el bienestar de estos.

Diversos mecanismos relacionados con el funcionamiento y el actuar de los probióticos aumentan la salud de los salmónidos, tales como competencia por sitios de adhesión en la mucosa intestinal, modulación del sistema inmune, producción de sustancias inhibitorias y mejorar la calidad del agua (Kim y Austin, 2006; Qi et al., 2009; Shefat, 2018). Por ejemplo, Kim y Austin (2006) utilizaron cepas de *C. maltaromaticum* B26 Y *C. divergens* B33 extraídas de truchas arcoíris para ser utilizadas contra *Aeromonas salmonicidas* y *Y. ruckeri*. La administración de las cepas probióticas brindó protección contra estos patógenos, y su presencia se mantuvo durante 3 semanas en el intestino delgado de las truchas.

En la actualidad existen alimentos comerciales que posee suplementación de probióticos en su formulación. Por ejemplo, una marca destacada es BACTOCELL®, el cual posee la cepa probiótica *P. acidilactici*, que ha demostrado entregar protección al modular el comportamiento de la microbiota intestinal (Aqua, 2014). Esto nos indica que el uso de probióticos en la producción acuícola puede ser una herramienta importante, ya que son capaces de disminuir la carga patógena al momento de realizar manejos en los salmónidos (Balcazar et al., 2007), tales como lo es la transferencia de agua dulce a agua de mar (Jaramillo – Torres et al., 2019). Además, los probióticos tienen ventajas (Tabla 3), que pueden ayudar a mejorar el rendimiento productivo de los salmones (Rodríguez, 2017) algunas de estas ventajas son impedir el crecimiento de patógenos, mejora digestibilidad y produce un ajuste microbiano, proporcionan la nutrición adecuada para los salmones y mejora la respuesta inmune frente a la presencia de enfermedades (Hosain y Liangyi, 2020).

A pesar de todas las ventajas descritas, el uso de probióticos no asegura el éxito de la producción, ya que estos pueden poseer ciertos cuidados al ser producidos y administrados, lo que puede alterar su funcionamiento (Hosain y Liangyi, 2020). Para evitar los inconvenientes que el uso de probióticos puede poseer (Tabla 3), se ha propuesto el uso de las moléculas que estos producen, conocidas como postbióticos, los que corresponden a compuestos que resultan del metabolismo celular de los probióticos (Tsilingiri et al., 2012). Lara (2019) obtuvo citoquinas desde el cultivo de *S. cerevisiae*, las que utilizó en el cultivo de salmones y ayudo a mejorar la respuesta inmune innata de los peces. Por lo que se recomienda explorar estas nuevas formas de utilizar los metabolitos o sustancias beneficiosas generadas por los probióticos para su potencial uso en la industria acuícola a futuro.

Es importante realizar más estudios sobre el potencial uso de los probióticos para la industria acuícola nacional, no solo porque generan un desarrollo óptimo y aumentan la resistencia frente a patógenos, sino también porque podrían ayudar a disminuir el uso de agentes antimicrobianos (Shefat, 2018).

Conclusiones

1. El uso de probióticos es efectivo para mejorar el desarrollo de los salmones. Además, de conferirle propiedades protectoras al estimular el sistema inmune de los peces.
2. Los probióticos pueden interactuar de diversas maneras con el microbiota intestinal ayudando al desarrollo de microorganismos beneficiosos e inhibiendo la proliferación de agentes patógenos.
3. Los probióticos se entregan principalmente en el alimento, lo que puede conferir propiedades importantes en el tracto gastrointestinal de los salmones, ayudando así a la asimilación de nutrientes y mejorando la resistencia en el medio que habitan.

Referencias

- Abelli, L., Randelli, E., Carnevali, O., & Picchietti, S. (2009). Stimulation of gut immune system by early administration of probiotic strains in *Dicentrarchus labrax* and *Sparus aurata*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1163(1), 340-342. doi.org/10.1111/j.1749-6632.2008.03670.x
- Abid, A. A. (2014). Investigations on the gut microbiota of salmonids and the applications of probiotics-based feed additives. <http://hdl.handle.net/10026.1/3089>.
- Al-Assal, K., Martinez, A. C., Torrinhas, R. S., Cardinelli, C., & Waitzberg, D. (2018). Gut microbiota and obesity. *Clinical Nutrition Experimental*, 20, 60-64. doi.org/10.1016/j.yclnex.2018.03.001
- Aqua. (2014). Pruebas realizadas en Chile confirmarían buenos resultados de probióticos europeos. [aqua.cl](http://www.aqua.cl). consultado el 04 de agosto del 2021, de <https://www.aqua.cl/2014/04/21/pruebas-realizadas-en-chile-confirmarian-buenos-resultados-de-probioticos-europeos/>
- AT, D., & Action, E. C. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. *British Journal of Nutrition*, 81(1). <https://doi.org/10.1079/BJN19990002>
- Baldisserotto, B. (Ed.). (2007). *Fish osmoregulation*. CRC Press. <https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=n8eWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP10&dq=Fish+Osmoregulation.+Science+Publishers.&ots=Aws7Nn9gFU&sig=nWV-5J70X6KeYNFUul4hcw0eEI#v=onepage&q=Fish%20osmoregulation.%20Science%20Publishers.&f=false>
- Balcázar, J. L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuola, I., Cunningham, D., Vendrell, D., & Múzquiz, J. L. (2006). The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology*, 114(3-4), 173-186. doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.01.009
- Balcázar, J. L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuola, I., Vendrell, D., Calvo, A. C., Márquez, I., & Muzquiz, J. L. (2007). Changes in intestinal microbiota and humoral immune response following probiotic administration in brown trout (*Salmo trutta*). *British Journal of Nutrition*, 97(3), 522-527. doi:10.1017/S0007114507432986
- Bedani, R., & Rossi, E. A. (2009). Microbiota intestinal e probióticos: implicações sobre o câncer de cólon. *Jornal Português de Gastrenterologia*, 16(1), 19-28. https://www.researchgate.net/profile/Raquel-Bedani/publication/277102788_Microbiota_intestinal_e_probioticos_Implicacoes_sobre_o_cancer_de_colon/links/5739a4df08ae9f741b2c7365/Microbiota-intestinal-e-probioticos-Implicacoes-sobre-o-cancer-de-colon.pdf
- Butt, R. L., & Volkoff, H. (2019). Gut microbiota and energy homeostasis in fish. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 9. doi.org/10.3389/fendo.2019.00009.
- Cabello, F. C. (2004). Antibióticos y acuicultura en Chile: consecuencias para la salud humana y animal. *Revista Médica de Chile*, 132(8), 1001-1006. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872004000800014>
- Carnevali, O., Maradonna, F., & Gioacchini, G. (2017). Integrated control of fish metabolism, wellbeing and reproduction: the role of probiotic. *Aquaculture*, 472, 144-155
- Chauhan, A., & Singh, R. (2019). Probiotics in aquaculture: a promising emerging alternative approach. *Symbiosis*, 77(2), 99-113. <https://doi.org/10.1007/s13199-018-0580-1>
- Castro-Osses, D., Carrera-Naipil, C., Gallardo-Escárate, C., & Gonçalves, A. T. (2017). Functional diets modulate the acute phase protein response in *Oncorhynchus mykiss* subjected to chronic stress and challenged with *Vibrio anguillarum*. *Fish & Shellfish Immunology*, 66, 62-70. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.05.001>
- Dawood, M. A. O., y Koshio, S. (2016). Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review. *Aquaculture*, 454, 243-251. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.12.033>
- De, B. C., Meena, D. K., Behera, B. K., Das, P., Mohapatra, P. D., & Sharma, A. P. (2014). Probiotics in fish and shellfish culture: immunomodulatory and ecophysiological responses. *Fish Physiology and Biochemistry*, 40(3), 921-971. <https://doi.org/10.1007/s10695-013-9897-0>
- Dialnet Plus. (2020). Dialnet Plus – probióticos AND salmonidos [Base de datos], https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?query=Dismax.DOCUMENTAL_TODO=probioticos+AND+salmonidos
- Dicks, L., & Botes, M. (2010). Probiotic lactic acid bacteria in the gastro-intestinal tract: health benefits, safety and mode of action. *Beneficial Microbes*, 1(1), 11-29. <https://doi.org/10.3920/BM2009.0012>.
- EBSCOhost. (2020). EBSCOhost – probióticos AND microbiota intestinal [Base de datos]. <https://www.ebsco.com/>
- Ellis, A. E. (2001). Innate host defense mechanisms of fish against viruses and bacteria. *Developmental & Comparative*

- Immunology, 25(8-9), 827-839. [https://doi.org/10.1016/S0145-305X\(01\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0145-305X(01)00038-6)
- FAO. (2014). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>
- Feng, Q., Chen, W. D., & Wang, Y. D. (2018). Gut microbiota: an integral moderator in health and disease. *Frontiers in Microbiology*, 9, 151.
- Folmar, L., and Dickhoff, W. (1980). The parr – smolt transformation (smoltification) and seawater adaptation in salmonids: A review of selected literature. *Aquaculture*. Volume 21, Issue 1. Pages 1-37. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(80\)90123-4](https://doi.org/10.1016/0044-8486(80)90123-4)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. (2001). Evaluation of health and nutritional properties of powder milk and live lactic acid bacteria. Geneva, Switzerland. <http://www.fao.org/3/y6398e/y6398e.pdf>
- Ghanbari, M., Kneifel, W., & Domig, K. J. (2015). A new view of the fish gut microbiome: advances from next-generation sequencing. *Aquaculture*, 448, 464-475
- Gisbert, E., Castillo, M., Skalli, A., Andree, K. B., & Badiola, I. (2013). *Bacillus cereus* var. *toyoi* promotes growth, affects the histological organization and microbiota of the intestinal mucosa in rainbow trout fingerlings. *Journal of Animal Science*, 91(6), 2766-2774. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5414>
- Gonçalves, A. T., & Gallardo-Escárate, C. (2017). Microbiome dynamic modulation through functional diets based on pre- and probiotics (mannan-oligosaccharides and *Saccharomyces cerevisiae*) in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Applied Microbiology*, 122(5), 1333-1347. doi.org/10.1111/jam.13437
- Google Scholar. (2020). Google Scholar – acuicultura AND probióticos salmonidos [Base de datos] https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=acuicultura+AND+probióticos&oq=.
- Guirao-Goris, J. A., Olmedo Salas, A., & Ferrer Ferrandis, E. (2008). El artículo de revisión. *Revista iberoamericana de enfermería comunitaria*, 1(1), 1-25. https://www.uv.es/joguigo/valencia/Recerca_files/el_articulo_de_revision.pdf
- Henríquez Parada, C. (2013). Caracterización de propiedades probióticas de microorganismos del tracto digestivo de salmónidos. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116254>
- Hollis, A., & Ahmed, Z. (2014). The path of least resistance: Paying for antibiotics in non-human uses. *Health Policy*, 118(2), 264-270. doi.org/10.1016/j.healthpol.2014.08.013
- Hosain, M. A., & Liangyi, X. Impacts of probiotics on feeding technology and its application in aquaculture. (2020). *Journal of Aquaculture. Fisheries & Fish Science*, 3(1), 174-185. DOI: 10.25177/JAFFS.3.1.RA.622
- Hovda, M. B., Fontanillas, R., McGurk, C., Obach, A., & Rosnes, J. T. (2012). Seasonal variations in the intestinal microbiota of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Research*, 43(1), 154-159. doi:10.1111/j.1365-2109.2011.02805.x
- Jaramillo-Torres, A., Rawling, M. D., Rodiles, A., Mikalsen, H. E., Johansen, L. H., Tinsley, J., ... & Merrifield, D. L. (2019). Influence of dietary supplementation of probiotic *Pediococcus acidilactici* MA18/5M during the transition from freshwater to seawater on intestinal health and microbiota of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Frontiers in Microbiology*, 10, 2243. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02243>
- Kemper, N. (2008). Veterinary antibiotics in the aquatic and terrestrial environment. *Ecological Indicators*, 8(1), 1-13. doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.06.002
- Khanna, S., & Tosh, P. K. (2014). A clinician's primer on the role of the microbiome in human health and disease. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 89, No. 1, pp. 107-114). Elsevier. doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.10.011
- Kim, D. H., & Austin, B. (2006). Innate immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) induced by probiotics. *Fish & Shellfish Immunology*, 21(5), 513-524. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2006.02.007>
- Kiron, V., Kulkarni, A., Dahle, D., Lokesh, J., & Kitani, Y. (2015). A microbial feed additive abates intestinal inflammation in Atlantic salmon. *Frontiers in Immunology*, 6, 409. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2015.00409>
- Klakegg, Ø., Saloni, K., Nilsen, A., Fülberth, M., & Sørum, H. (2020). Enhanced growth and decreased mortality in Atlantic salmon (*Salmo salar*) after probiotic bath. *Journal of Applied Microbiology*, 129(1), 146-160. <https://doi.org/10.1111/jam.14649>
- Lallemand animal nutrition. (2020) BACTERIA ÁCIDO-LÁCTICA PARA MONOGÁSTRICOS: BACTOCELL. Consultado el 04 de

- agosto del 2021, en <https://lallemandanimalnutrition.com/es/europe/nuestros-productos/detalles-del-producto/bactocell/avicultura/>
- Lara Cifuentes, E. E. (2019). Evaluación in vitro de la respuesta de células macrofágicas de salmónido estimuladas con postbiótico originarios de levaduras. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/473>
- Manene, L. (2011). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones. Recopilado el 22, 09-18.
- Martos-Sitcha, J.A. (2013). Sistemas vasotocinérgico e isotocinérgico en la dorada (*Sparus aurata*): caracterización y aspectos osmorreguladores (Doctoral dissertation), Universidad de Cádiz). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=51451>
- Merrifield, D. L., & Rodiles, A. (2015). The fish microbiome and its interactions with mucosal tissues. In *Mucosal Health in Aquaculture* (pp. 273-295). Academic Press. doi.org/10.1016/B978-0-12-417186-2.00010-8
- Microsoft Excel. (2020). Programa Microsoft Excel (versión 2016) [hoja de cálculo]. <https://www.microsoft.com/es-cl/>
- Miranda, C. D., Godoy, F. A., & Lee, M. R. (2018). Current status of the use of antibiotics and the antimicrobial resistance in the Chilean salmon farms. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1284. doi.org/10.3389/fmicb.2018.01284
- Pérez-Sánchez, T., Balcázar, J. L., García, Y., Halaihel, N., Vendrell, D., De Blas, I., ... & Ruiz-Zarzuola, I. (2011). Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), with inhibitory activity against *Lactococcus garvieae*. *Journal of Fish Diseases*, 34(7), 499-507.
- Qi, Z., Zhang, X. H., Boon, N., & Bossier, P. (2009). Probiotics in aquaculture of China—current state, problems and prospect. *Aquaculture*, 290(1-2), 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.02.012>
- Quispe, W., Mantilla, B., Ccama, A., Ortega, Y., & Sandoval, N. (2020). Aislamiento de bacterias nativas de *Oncorhynchus mykiss* con potencial probiótico frente a *Yersinia ruckeri*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(4), e19024-e19024 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19024>
- Ramírez, C., Gutiérrez, M. S., Venegas, L., Sapag, C., Araya, C., Caruffo, M., ... & Navarrete, P. (2022). Microbiota composition and susceptibility to florfenicol and oxytetracycline of bacterial isolates from mussels (*Mytilus* spp.) reared on different years and distance from salmon farms. *Environmental Research*, 204, 112068, <https://doi.org/10.1016>
- Ramírez, L. A. G., Montoya, O. I., & Zea, J. M. V. (2013). Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Producción+ limpia*, 8(1).
- Ramos, M. A., Weber, B., Gonçalves, J. F., Santos, G. A., Rema, P., & Ozório, R. O. A. (2013). Dietary probiotic supplementation modulated gut microbiota and improved growth of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 166(2), 302-307. doi.org/10.1016/j.cbpa.2013.06.025
- Rodríguez Ortigoza, A. (2017). Probióticos en la producción piscícola. <https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/13466>
- Rombout, J. H., Abelli, L., Picchiatti, S., Scapigliati, G., & Kiron, V. (2011). Teleost intestinal immunology. *Fish & Shellfish Immunology*, 31(5), 616-626. doi.org/10.1016/j.fsi.2010.09.001
- Roy, S., & Trinchieri, G. (2017). Microbiota: a key orchestrator of cancer therapy. *Nature Reviews Cancer*, 17(5), 271-285. <https://doi.org/10.1038/nrc.2017.13>.
- Sahu, M. K., Swarnakumar, N. S., Sivakumar, K., Thangaradjou, T., & Kannan, L. (2008). Probiotics in aquaculture: importance and future perspectives. *Indian Journal of Microbiology*, 48(3), 299-308 <https://doi.org/10.1007/s12088-008-0024-3>
- Schmelzer, M. (2008). The importance of the literature search. *Gastroenterology nursing: the official journal of the Society of Gastroenterology Nurses and Associates*, 31(2), 151. <https://DOI: 10.1097/01.SGA.0000316536.61861.fd>
- SERNAPESCA (2017). Informe Sanitario de Salmonicultura en Centros Marinos 2016. Valparaíso: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Disponible en: <http://www.sernapesca.cl>.
- Shefat, S. H. T. (2018). Probiotic strains used in aquaculture. *International Research Journal of Microbiology*, 7(2), 43-55. <http://dx.doi.org/10.14303/irjm.2018.023>
- Shukla, S. D., Budden, K. F., Neal, R., & Hansbro, P. M. (2017). Microbiome effects on immunity, health and disease in the

- lung. *Clinical & Translational Immunology*, 6(3), e133. <https://doi.org/10.1038/cti.2017.6>
- Šušković, J., Kos, B., Beganović, J., Leboš Pavunc, A., Habjanič, K., & Matošić, S. (2010). Antimicrobial activity—the most important property of probiotic and starter lactic acid bacteria. *Food Technology and Biotechnology*, 48(3), 296-307. <https://hrcak.srce.hr/57561>
- Tsilingiri, K., Barbosa, T., Penna, G., Caprioli, F., Sonzogni, A., Viale, G., & Rescigno, M. (2012). Probiotic and postbiotic activity in health and disease: comparison on a novel polarised ex-vivo organ culture model. *Gut*, 61(7), 1007-1015. <http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2011-300971>
- Topic Popovic, N., Strunjak-Perovic, I., Sauerborn-Klobucar, R., Barisic, J., Jadan, M., Kazacic, S., ... & Matijatko, V. (2017). The effects of diet supplemented with *Lactobacillus rhamnosus* on tissue parameters of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 48(5), 2388-2401. <https://doi.org/10.1111/are.13074>
- Tormo Carnicé, R. (2006). Probióticos. Concepto y mecanismos de acción. *An. Pediatr.*(2003, Ed. impr.), 30-41. <https://www.analesdepediatria.org/en-pdf-13092364>
- Vargas, O., Gutiérrez, M. S., Caruffo, M., Valderrama, B., Medina, D. A., García, K., & Navarrete, P. (2021). Probiotic Yeasts and *Vibrio anguillarum* Infection Modify the Microbiome of Zebrafish Larvae. *Frontiers in Microbiology*, 12, 1639. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.647977>
- Vine, N. G., Leukes, W. D., Kaiser, H., Daya, S., Baxter, J., & Hecht, T. (2004). Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. *Journal of Fish Diseases*, 27(6), 319-326. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2004.00542.x>
- Vilanova, J. C. (2012). Revisión bibliográfica del tema de estudio de un proyecto de investigación. *Radiología*, 54(2), 108-114. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2011.05.015>



Instrucciones para los autores.

Información general

La **Revista de Medicina Veterinaria e Investigación** (Rev. med. vet. investig.) publica semestralmente contribuciones científicas originales del tipo artículo científico, artículo de revisión, comunicación breve y reporte de casos en idioma español, inglés y portugués, en todas las áreas de las ciencias veterinarias. Solo se aceptarán manuscritos que no hayan sido publicados en otras revistas y en la cual todos sus autores hayan aprobado la versión del manuscrito.

Formato de contribuciones

- **Artículo científico:** Este tipo de artículo debe incluir al menos 30 artículos en las referencias. No debe exceder las 5000 palabras tanto en español como en portugués y 4500 en inglés (no incluyendo título, autores ni referencias).
- **Artículo de revisión:** Este tipo de artículo debe incluir al menos 60 artículos en las referencias, no considerando libros o capítulos de libros. este tipo de artículo no debe exceder las 7000 palabras tanto en español como en portugués y 6500 en inglés (no incluyendo título, autores ni referencias).
- **Comunicación breve:** Este tipo de artículo debe incluir al menos 10 artículos en las referencias. No debe exceder las 2500 palabras tanto en español como en portugués y 2000 en inglés (no incluyendo título, autores ni referencias).
- **Reporte de caso:** Este tipo de artículo debe incluir al menos 10 artículos en las referencias. No debe exceder las 2000 palabras tanto en español como en portugués y 1500 en inglés (no incluyendo título, autores ni referencias).

Normas de autor

Los manuscritos deberán ser enviados en formato word.doc a los editores al correo electrónico meveditorial@uss.cl. El apellido del autor responsable de la correspondencia deberá aparecer en el nombre del archivo (Ej: Soto.doc).

Proceso de revisión

El proceso de revisión consta de 4 etapas correlativas: 1) Evaluación preliminar del tema, calidad y presentación del manuscrito, a cargo de los Editores. 2) Evaluación del contenido, a cargo de 2 miembros del Comité Editorial y 2 del Comité Científico. 3) El dictamen sobre el manuscrito podrá ser: I- Rechazado sin opción de ser enviado nuevamente. II- Evaluado con correcciones mayores, que deberán ser nuevamente revisadas por los mismos examinadores. III-Evaluado con correcciones menores. IV- Aceptado sin correcciones. 4) El autor tendrá un plazo de hasta 4 semanas para enviar las correcciones del manuscrito o argumentando la no aceptación de los mismos.

Se debe incluir una carta a los Editores, firmada por todos los autores, señalando expresamente que el manuscrito ha sido leído y aprobado y que no ha sido publicado total o parcialmente o enviado simultáneamente a otra revista. El autor correspondiente puede sugerir hasta tres revisores y se deben señalar los conflictos de interés. En aquellos artículos que correspondan a resultados obtenidos en tesis, seminarios o memorias de título, el alumno se considerará como primer autor; en caso de que el alumno renuncie a su participación como autor, el trabajo deberá ser acompañado de una carta firmada por el alumno que informe acerca de esta situación. El envío del artículo para ser considerado en la publicación de la revista implica la aceptación de la publicación por parte de los autores. Debe ser señalado expresamente el autor correspondiente con su mail

En caso de que un docente de la Facultad de Medicina Veterinaria San Sebastián desee enviar un artículo, este será excluido temporalmente del comité editorial y/o comité científico que revisara dicho artículo en particular, con el fin de evitar conflictos de interés.

De la forma

Los trabajos deben ser escritos en formato tamaño carta, letra Calibri 12, espacio 1,5 líneas, con márgenes laterales de 2.5 cm. presentados en formato Word a una columna. El trabajo debe ser organizado de acuerdo a lo siguiente: Título, Resumen y Palabras Clave en español (El resumen en inglés o portugués será traducido al español), Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Referencias Bibliográficas. Los Resultados y Discusión pueden ser combinados.

Cada trabajo deberá presentar

- **Título:** En el idioma que corresponda. Los trabajos en inglés o portugués con traducción para el español. El nombre del autor o autores, señalando el autor correspondiente con su mail, filiación. Aquellos trabajos que se hayan realizado con fondos de concurso público o privado, deben señalar el patrocinio al pie de la página.
- **Resumen:** En el idioma que corresponda, no excediendo 300 palabras. Deberá constar de al menos 3 Palabras clave. Los trabajos en inglés o portugués con traducción para el español.
- **Resumen en inglés (Abstract):** En todos los trabajos se debe incluir un resumen en inglés con las palabras clave en el mismo idioma. No debe exceder 250 palabras.
- **Texto:** Introducción, Material y Método, Resultados y Discusión.
- **Tablas e ilustraciones:** Tablas numeradas con números romanos e ilustraciones con números arábigos, deberán estar en hojas separadas del texto.
- **Imágenes:** Deben estar en formato JPG. Pueden ser enviadas en color o en blanco y negro. Para la reproducción de las ilustraciones, se aceptarán solamente buenos diseños a trazo. Las abreviaturas utilizadas en las figuras deben ser definidas en la leyenda y deben coincidir exactamente con las utilizadas en el texto.
- **Agradecimientos.**
- **Referencias**

Deben incluirse artículos de revistas científicas publicados recientemente (10 años o menos), a menos que su importancia justifique el uso de artículos de años anteriores. Solo pueden citarse artículos ya publicados (No se permiten referencias de artículos simplemente enviados).

Deben ser ordenadas por el apellido de los autores, obedeciendo las Normas APA para REFERENCIAS. Todos los autores citados deben constar en las Referencias. Aquellas publicaciones que cuenten con número Doi, éste debe ser incluido en la referencia.

Resúmenes de Congreso, Jornadas o Reuniones que no hayan sido publicados en revistas periódicas o Anales de Congresos que posean ISBN o ISSN no serán considerados como citas y deberán indicarse en el cuerpo del texto como comunicaciones personales o datos no publicados.

Leyendas de Tablas y Figuras

Deben referirse primero las Tablas y luego las Figuras.

Tablas: comprenden datos numéricos o alfanuméricos. Deben ser elaboradas utilizando un editor de texto que permita construir tablas y no utilizar tabulaciones ni espaciados para separar columnas. No incluya líneas

verticales. En el texto deben citarse con la primera letra en mayúscula. Ej.: Las especies se distribuyen diferencialmente en sectores bajos o altos (Tabla I).

Figuras: Comprenden los dibujos, mapas, gráficas o fotos. Como originales se aceptarán imágenes digitalizadas con un mínimo de 300 ppp y en formato JPG. La numeración de las figuras debe corresponder a sus leyendas. Se permite el envío de imágenes en color. En el texto deben citarse con la primera letra en mayúscula y abreviado. Ej: Sólo en un sitio no fue registrada ninguna especie (Figura 1).

CARGOS DE PUBLICACIÓN

El envío de manuscritos para revisión, así como su publicación, es gratuito.

OTRAS DIRECTRICES IMPORTANTES

Nombres científicos: Primera mención de Animales y vegetales en el resumen y texto debe incluir nombre común y científico (en cursiva). Confirme la nomenclatura en una fuente confiable y actualizada.

Número: En el texto, los números del uno al nueve se escriben en su totalidad, excepto cuando incluyen unidades de medida o se mencionan varios números, por ejemplo, "seis eventos de riego", "6, 9 y 12 eventos de riego" o "8 kg" ". Para separar los números en intervalos de uno o más años, use un guion (por ejemplo, período de 2002 a 2005).

Abreviaciones y símbolos: Si bien ahorran espacio y tiempo, su uso excesivo puede hacer que el texto sea más difícil de entender. Algunas abreviaturas no necesitan ser definidas porque son ampliamente utilizadas y conocidas, como las unidades SI o los elementos químicos. Todas las abreviaturas deben escribirse en su totalidad en su primera mención del Resumen, texto, tablas y figuras.

Hora: Use el sistema horario de 24 horas con dos dígitos para ambas horas y minutos (por ejemplo, 14:30 h en lugar de 2:30 p. M.).

Lista de comprobación de envíos

Como parte del proceso de envío, los/as autores/as se comprometen a cumplir con todos los criterios que se nombran a continuación. Además, los/as autores/as aceptan que los envíos que no cumplan con estas indicaciones pueden ser devueltos y/o rechazados por el Comité Editorial de la revista.

1. El trabajo presentado cumple con las **Normas de Autor**.
2. El trabajo no ha sido publicado en ningún medio y no será enviado a otra revista científica o a cualquier otra forma de publicación, mientras dure la evaluación en Revista de Medicina Veterinaria e Investigación.
3. Todos los autores son responsables del contenido del artículo.
4. Todos los autores manifiestan tácita o explícitamente si hubo o no, conflicto de intereses.
5. Se ha cumplimentado el listado de verificación antes del envío del material.

Contenido

Editorial	6
Funiculitis Séptica Persistente Post- Castración en Equino	7
Caracterización de la percepción ciudadana de sus interacciones con la gaviota dominicana (<i>Larus dominicanus</i>) en las comunas de Talcahuano y Concepción (Chile).....	15
Terapia celular en felinos: Actualización y futuras perspectivas.	30
Revisión bibliográfica sobre el uso de probióticos y su potencial aplicación en el cultivo de salmónidos en Chile.....	42
Instrucciones para los autores.	55
Lista de comprobación de envíos	59

