Bioagrociencias
ISSN 2007 - 431 X

Bienestar animal en la acuicultura experimental: desafíos éticos y científicos[ϕ]

Daniela Martínez-Hernández[1*], Elein Hernández-Trujillo[2],
Juan Carlos Maldonado-Flores[3], Martha Gabriela Gaxiola-Cortés[3]

Introducción

El bienestar animal en producción no significa únicamente que el animal esté libre de enfermedad, sino que implica considerar distintos dominios de su experiencia y su funcionamiento, como su estado físico, entorno, nutrición, salud y comportamiento (OMSA 2025). No se trata de que el animal exista solamente, sino que éste tenga las condiciones que le permitan un funcionamiento biológico y conductual adecuados (Broom 2011).

En acuicultura, el concepto de bienestar animal obliga a mirar más allá de su supervivencia. Si bien el animal puede mantenerse con vida bajo confinamiento, puede estar expuesto a condiciones que comprometan su equilibrio fisiológico o alteren su comportamiento (Jerez *et al.* 2019). Por eso, el bienestar animal es un criterio importante que implica no solo la ética sino también la calidad científica (Fig. 1) (Utne-Palm y Smith 2020).

La acuicultura, y ciencias asociadas, han avanzado con rapidez pero también han aumentado los cuestionamientos sobre la forma en cómo disponer de los peces, crustáceos y otros organismos acuáticos en experimentación científica bajo un trato digno (Pollo y Vitale 2019). No se trata de antropomorfizar al animal sino de reconocer que la evidencia biológica sobre sus respuestas al ambiente también tiene implicaciones morales (Utne-Palm y Smith

[ϕ] [1]Maestría en Ciencias de la Producción y Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Coyoacán, CDMX, México, Universidad Nacional Autónoma de México, [2]Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México, Universidad Nacional Autónoma de México, [3]Unidad Multidisciplinaria de Docencia Investigación-Sisal. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Hunucmá Yucatán, México C.P. 97357 *daniela_marher@unam.edu
DOI: http://doi.org/10.56369/BAC.7008

Copyright © The authors.
ISSN: 2007-431X

2020). El objetivo de este trabajo es describir la importancia del bienestar animal en la acuicultura, ya qué los organismos acuáticos también deben ser considerados dentro de marcos éticos y regulatorios.

Cuerpos acuáticos pequeños, respuestas reales: el estrés puede no distinguirse, pero existe

Varios de los animales acuáticos sujetos a acuicultura suelen ser pequeños. Por ejemplo, pueden ser microscópicos en su etapa de huevo pero pesar entre 35 – 40 g cuando son adultos, como es el caso del camarón blanco *Penaeus* (*Litopenaeus*) *vannamei* (FAO 2009a), o bien pesar de 0 – 1 g cuando son alevines, y hasta 300 g cuando son reproductores como la Tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (FAO 2009b). Los animales acuáticos comunes en acuicultura suelen ser abundantes, y su fisiología (*i.e.*, osmorregulación, termorregulación, sistema circulatorio, sistema respiratorio) es diferente a la de los mamíferos (Bovenkerk y Meijboom 2020).

Durante mucho tiempo, los animales acuáticos quedaron fuera del centro del debate ético (Pollo y Vitale 2019). Sin embargo, su tamaño no afecta la complejidad de los requerimientos para mantenerlos bajo experimentación Sin embargo ¿Pueden tener la sensación de sufrimiento? ¿Perciben estímulos dolorosos? ¿Importa cómo se manipulan para la experimentación y la producción?

Un pez no emite gritos y un camarón no gesticula por dolor, ya que sus sistemas nerviosos son distintos a los de los mamíferos (Elwood *et al.* 2009), pero eso no significa que estos no carezcan de estrés (Jerez *et al.* 2019). Los cambios en su comportamiento, en el consumo de alimento, en el crecimiento, o en diversos indicadores fisiológicos, muestran que los animales acuáticos reaccionan ante estímulos adversos (Fossat *et al.* 2015).

Varias señales fisiológicas pueden pasar desapercibidas si no se registran de manera sistemática (Wuertz *et al.* 2023). El estrés por manipulación, o por transporte, hacinamiento, densidad o mala calidad del agua, no solo tiene implicaciones éticas sino también puede modificar los resultados experimentales (Carbone y Austin 2016). En este sentido, atender el bienestar animal en condiciones de acuicultura no es un asunto ajeno a la ciencia sino que forma parte de practicar una ciencia confiable (Utne-Palm y Smith 2020).

"Un pez no emite gritos y un camarón no gesticula por dolor, ya que sus sistemas nerviosos son distintos a los de los mamíferos, pero eso no significa que estos animales acuáticos no carezcan de estrés."

Figura 1. Peces dulceacuícolas mantenidos en condiciones de acuicultura experimental.

Entre redes, agujas y experimentos: Reducir, reemplazar y refinar… también en el agua

En laboratorios y unidades experimentales, miles de peces y crustáceos (*i.e.*, camarones, cangrejos) son usados cada año para estudiar su nutrición, crecimiento, genética, enfermedades, inmunología y nuevas estrategias productivas (Utne-Palm y Smith 2020). Como resultado de estas investigaciones científicas, se ha generado un conocimiento clave para fortalecer la producción acuícola, mejorar la sanidad y contribuir a la seguridad alimentaria (Aller *et al.* 2000; Barrios *et al.* 2011).

Cada procedimiento —desde una biometría hasta un muestreo de hemolinfa o una prueba de desafío— implica una interacción directa con organismos vivos. El uso de redes, agujas, cambios de tanque, restricciones de alimento o exposiciones experimentales pueden representar fuentes de estrés o afectación (Carbone y Austin 2016). El hecho de reconocer estos procedimientos no significa detener la investigación científica sino asumirla con mayor responsabilidad (Pollo y Vitale 2019; Utne-Palm y Smith 2020).

El principio de las 3Rs —Reducir, Reemplazar y Refinar— no es exclusivo de los modelos para mamíferos (Ponte *et al.* 2019). En acuicultura, reducir implica usar el número mínimo necesario de organismos para obtener resultados científicamente robustos. Reemplazar implica recurrir a modelos alternativos, cultivos celulares o simulaciones cuando sea posible, y Refinar se refiere a mejorar las técnicas de manejo, anestesia, sedación, muestreo y eutanasia para disminuir el dolor y el estrés (Russell y Burch 1959; Ponte *et al.* 2019).

Aplicar las 3Rs en animales acuáticos no solo es éticamente deseable sino científicamente responsable, pues un diseño experimental más cuidadoso reduce sesgos, disminuye variaciones innecesarias y mejora la reproducibilidad de los resultados (Fig. 2) (Utne-Palm y Smith 2020). En otras palabras, el bienestar animal en acuicultura también fortalece la calidad metodológica (Crabbe 2016).

Figura 2. Investigación responsable y aplicación de las 3Rs en acuicultura.

"En laboratorios y unidades experimentales, miles de peces y crustáceos (i.e, camarones, cangrejos) son usados cada año para estudiar su nutrición, crecimiento, genética, enfermedades, inmunología y nuevas estrategias productivas."

¿Cómo medir el bienestar animal? indicadores, registros e instalaciones

Evaluar el bienestar en animales acuáticos no es sencillo, pero tampoco es imposible (Bovenkerk y Meijboom 2020). Una forma práctica es por tipos de indicadores relacionados con el animal, con los registros y con las instalaciones (OMSA 2025). Los primeros se enfocan directamente con el animal, como su comportamiento, apariencia y fisiología, cambios en la

alimentación, nado errático, letargo, lesiones externas o variaciones en parámetros como glucosa o lactato que pueden ser señales claras de estrés o de condiciones subóptimas (Utne-Palm y Smith 2020). Estos indicadores son especialmente valiosos porque reflejan la respuesta real del animal a su entorno (Bovenkerk y Meijboom 2020; Utne-Palm y Smith 2020).

Los de registros permiten dar seguimiento al sistema a lo largo del tiempo, como tasas de supervivencia, crecimiento, conversión alimenticia, frecuencia de manejo o mortalidades inusuales que pueden revelar problemas de bienestar que no siempre son evidentes en observaciones puntuales (Manteca 2012). Levantar registros sistemáticos no solo mejora la trazabilidad, sino que ayuda a tomar decisiones informadas en tiempo real.

Los indicadores de instalaciones consideran las condiciones del entorno, como calidad del agua (oxígeno, temperatura, amonio), densidad de cultivo, diseño de tanques y sistemas de manejo (Fig. 3) (Manteca 2012). Aunque estos no miden directamente al animal, influyen profundamente en su condición fisiológica. Un sistema bien diseñado puede prevenir, desde el inicio, muchas situaciones de estrés para el animal.

La incorporación de estos tres enfoques en la acuicultura no requiere necesariamente una tecnología compleja sino un cambio de perspectiva (Bovenkerk y Meijboom 2020). Integrar listas de verificación simples, estandarizar registros y capacitar al personal para reconocer señales de estrés en los animales son pasos concretos hacia una producción e investigación científica más responsables. Al final, medir el bienestar animal no es solo una herramienta ética sino que es una forma de entender mejor a los animales bajo experimentación.

Figura 3. Monitoreo y registro de parámetros productivos y ambientales.

"Evaluar el bienestar en animales acuáticos no es sencillo, pero tampoco es imposible. Una forma práctica es por tipos de indicadores relacionados con el animal, los registros y las instalaciones."

Conclusiones

La experimentación con responsabilidad en acuicultura también es innovar. Incorporar el bienestar animal para el diseño experimental no limita la ciencia sino que la impulsa. Desarrollar métodos menos invasivos, optimizar tiempos de manipulación, mejorar protocolos de anestesia o validar indicadores tempranos de estrés son, en sí mismos, formas de innovación. Una forma práctica para medir el bienestar es por tipos de indicadores relacionados con el animal, con los registros y con las instalaciones. En acuicultura, el principio de las 3Rs también es aplicable. La experimentación que considera el bienestar animal genera datos más confiables y con menos variables de confusión y con una mayor legitimidad. En un contexto donde la ciencia es focalizada cada vez con mayor atención, experimentar con responsabilidad no es una exigencia secundaria sino más bien es una condición para producir un conocimiento relevante, sólido y socialmente aceptable.

Referencias

Aller M, Rodríguez J y Rodríguez G. 2000. Normas éticas para el cuidado y utilización de los animales de experimentación. Cirugía Española 67(1):1-120.

Barrios E, Espinoza M, Leal U, Ruiz N, Pinto V y Jurado B. 2011. Bioética y el empleo de animales de experimentación en investigación. Salus 15(2):28-34.

Bovenkerk B y Meijboom F. 2020. Ethics and the Welfare of Fish. En: Kristiansen T, Fernö A, Pavlidis M y Van de Vis H. (eds.). The Welfare of Fish. Animal Welfare. Springer 20:19-42.

Broom D. 2011. Bienestar animal: conceptos, métodos de estudio e indicadores. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 24(3):306-321.

Carbone L y Austin J. 2016. Pain and laboratory animals: publication practices for better data reproducibility and better animal welfare. PloS One 11(5):1-24.

Crabbe J. 2016. Reproducibility of experiments with laboratory animals: What should we do now? Alcoholism Clinical and Experimental Research 40 (11):2305-2308.

Elwood R, Barr S y Patterson L. 2009. Pain and stress in crustaceans? Applied Animal Behaviour Science 118(3-4):128-136.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009a. *Penaeus vannamei*. Cultured aquatic species fact sheets. Roma, FAO. Fecha de consulta 21/05/26 en https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/es/es_whitelegshrimp.htm

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009b. *Oreochromis niloticus*. In Cultured aquatic species fact sheets. Roma, FAO. Fecha de consulta 21/05/26 en https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/es/es_niletilapia.htm

Fossat P, Bacqué–Cazenave J, De Deurwaerdère P, Cattaert D y Delbecque J. 2015. Serotonin, but not dopamine, controls the stress response and anxiety-like behavior in the crayfish *Procambarus clarkii*. Journal of Experimental Biology 218 (17):2745-2752.

Jerez I, Ruiz I y Mancera J. 2019. Bienestar animal en la acuicultura de peces: atenuación del estrés a través de la dieta y, mediante el empleo de anestésicos durante el transporte. Derecho animal 10 (4):85-92.

Manteca X. 2012. Capítulo VIII. Bienestar animal. En Del Castillo S, Ruíz A, Hernández J, Gasa J (eds.). Manual de buenas prácticas de producción porcina. Lineamientos generales para el pequeño y mediano productor de cerdos. Red Porcina Iberoamericana:97-111.

OMSA (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2025. Capítulo 7.1 Introducción a las recomendaciones para el bienestar de los animales. En: OMSA. Acceso en línea al Código Sanitario para los Animales Terrestres. Fecha de consulta 21/05/2026 en https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/.

Pollo S y Vitale A. 2019. Capítulo 2. Invertebrates and humans: science, ethics, and policy. En: Carere C y Mather J. (eds.). The welfare of invertebrate animals. Animal Welfare. Springer 18:7-22.

Ponte G, Andrews P, Galligioni V, Pereira J y Fiorito G. 2019. Capítulo 9. Cephalopod Welfare, Biological and Regulatory Aspects: An EU Experience. En: Carere, C y Mather J. (eds.). The welfare of invertebrate animals. Animal welfare. Springer 18:209-228.

Russell W y Burch R. 1959. The principles of humane experimental technique. Universities Federation for Animal Welfare. Londres:1-238.

Utne-Palm A y Smith A. 2020. Fish as Laboratory Animals. En: Kristiansen T, Fernö A, Pavlidis M y Van de VisH. (eds.). The welfare of fish. Animal welfare. Springer 20:375-400.

Wuertz S, Bierbach D y Bögner M. 2023. Welfare of decapod crustaceans with special emphasis on stress physiology. Aquaculture Research 2023:1-17.

Martínez-Hernández D, Hernández-Trujillo E, Maldonado-Flores JC, Gaxiola-Cortés MG. 2026. Bienestar animal en la acuicultura experimental: desafíos éticos y científicos. Bioagrociencias 19 (1): 233-239.
DOI: http://doi.org/10.56369/BAC.7008