



Resumen en extenso

**Bienestar, comportamiento y estilos de afrontamiento al estrés en peces de cultivos acuícolas: estado del arte.**

Linares-Cordova,\* J., Jimenez-Rivera, J., Peña-Messina, E., Boglino, A., Ibarra-Zatarain, Z.

Programa de Posgrado del Colegio en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Sinaloa – UAS Culiacán, México.

\*E-mail: [jlinarescordova26@gmail.com](mailto:jlinarescordova26@gmail.com)



Cite this paper/Como citar este artículo: Linares-Cordova, J., Jimenez-Rivera, J., Peña-Messina, E., Boglino, A., Ibarra-Zatarain, Z. (2021). Bienestar, comportamiento y estilos de afrontamiento al estrés en peces de cultivos acuícolas: estado del arte. *Revista Bio Ciencias* 8: (Suppl) Memorias del 3er Coloquio de Nutrigenómica y Biotecnología Acuícola 2020 (CONYBA) e1098. <http://doi.org/10.15741/revbio.08Suppl.e1098>

**Resumen**

Este trabajo revisa la contribución de la investigación al campo emergente del bienestar animal y de los estilos de afrontamiento al estrés (EAE) en peces de cultivos acuícolas. Desde varias décadas, el bienestar en animales terrestres cultivados ha sido centro de interés de investigaciones, centrándose sobre las condiciones ambientales de cultivo, como el tipo de instalaciones y las técnicas de manipulación de los animales. Sin embargo, las características biológicas y ecológicas de los animales, las propiedades de su entorno y la especificidad de los cultivos de peces, llevan a desarrollar y dominar métodos diferentes y adecuados para este grupo taxonómico, con el fin de recopilar datos conductuales adaptados al tipo de cultivo y de animales. A nivel mundial, se está evaluando el bienestar en peces, mediante técnicas no invasivas como el monitoreo del comportamiento por videograbaciones y la respuesta a situaciones generando un estrés en los animales o EAE. Este documento revisa los principios y métodos básicos y más comunes utilizados en acuicultura para evaluar los EAE y su impacto sobre el bienestar y comportamiento de los peces bajo cultivo.

**Abstract**

This work reviews the research contribution to the emerging field of animal welfare and stress coping styles (SCS) in aquaculture fish. For several decades, welfare in farmed terrestrial animals has been a focus of research interest, focusing on the environmental conditions of culture, such as the type of infrastructure and the techniques for handling animals. However, the biological and ecological characteristics of the animals, the properties of their environment and

the specificity of fish cultures, lead to the development and mastery of different and appropriate methods for this taxonomic group, in order to obtain behavioral data in accordance to the type of culture and animals. Worldwide, fish welfare is being evaluated using non-invasive techniques such as monitoring behavior by videotapes and responding to situations generating stress in animals or SCS. This document reviews the basic and most common principles and methods used in aquaculture to assess SCS and their impact on the welfare and behavior of fish farmed.

**Introducción**

Considerando el incremento exponencial de la demografía mundial y de los problemas de malnutrición; la acuicultura se presenta como una actividad que podrá cubrir e incrementar la producción de alimentos para la demanda en proteína animal de la población. Sin embargo, el continuo crecimiento de la actividad (5.3% entre 2001-2018, FAO, 2020); en particular, de los cultivos intensivos y super intensivos de organismos marinos, genera estrés en los individuos debido a los procedimientos de manejo: densidades, biometrías frecuentes, intervención humana en las unidades de cultivo, etc. El estrés desencadena respuestas neuroendocrinas que pueden afectar la habilidad de los organismos a restablecer su homeostasis (Shreck, 2010), impactando negativamente su salud, crecimiento, supervivencia, funciones reproductivas, y por lo tanto pudiendo reducir la productividad de las unidades de producción acuícolas y conllevando a concientizar al sector productivo y científico sobre el bienestar de los peces bajo cultivo.

A la fecha actual, la definición del término de bienestar en peces genera debate, ya que los animales no muestran su estado mental y emocional, como se puede observar en humanos o ciertos mamíferos terrestres de cultivo. Se puede dividir en tres categorías: sentimiento, estado interno y estado físico. En este contexto, la evaluación de los EAE representa una herramienta útil para fortalecer la medición comportamental, conocer la variación individual del comportamiento, la respuesta conductual, fisiológica y cognitiva/emocional de los organismos ante situaciones estresantes de su ambiente de cultivo. En el ámbito de la producción acuícola, el estudio de estas diferencias comportamentales en peces de cultivo ha tenido un rápido crecimiento e impacto a nivel mundial.

### **Bienestar animal**

La mayoría de las investigaciones sobre bienestar en peces se han enfocado en la perspectiva de sensaciones, como son el miedo y el dolor, ya que son los más afectados por la captura y el manejo de los organismos, el transporte, las altas densidades de cultivo, las fluctuaciones de la calidad del agua, la exposición a nuevos ambientes y la incidencia de enfermedades, entre otros. Esta relación de causa-efecto en estos parámetros sobre bienestar ha sido reportado para el bacalao del Atlántico *Gadus morhua*, la trucha *Oncorhynchus mykiss*, el salmón del Atlántico *Salmo salar*, entre otros.

La cuestión del bienestar y sufrimiento animal en condiciones de cautiverio estresantes es un tema ético de gran interés actualmente, que requiere el desarrollo de métodos adecuados para su evaluación, que sean, sencillos, económicos y factibles de ser aplicados por el personal de granjas de cultivo. Asimismo, se necesita de una perspectiva holística que combine indicadores del comportamiento, neurofisiología, así como indicadores patológicos y moleculares para una mejor comprensión del bienestar y de las posibles causas de su deterioro, con el propósito de restablecerlo y mantenerlo a lo largo del cultivo (Huntingford *et al.* 2010). Sin embargo, para la evaluación del bienestar de los animales en cautiverio es fundamental el comportamiento, ya que es un importante indicador del estado biológico de un organismo permitiendo comprender no sólo el estado fisiológico sino también el estado emocional. Por tanto, el conocimiento de la etología de las especies de peces bajo cultivo es una condición relevante para la correcta evaluación de su bienestar.

### **Comportamiento**

El comportamiento es generalmente la primera línea de defensa del animal en la interacción con su entorno, el cual proporciona una gran cantidad de información sobre requisitos, preferencias y

estados internos del animal. Los peces, como muchos otros animales, muestran un alto grado de plasticidad conductual, así como diferencias individuales de comportamiento.

Estas diferencias individuales en las respuestas a los estresores se reconocen cada vez más como una variación adaptativa y, por lo tanto, como un factor relevante para la evolución y las mejoras en la acuicultura, incluida la cría selectiva. El estudio de esas diferencias individuales y consistentes de comportamiento en especies de peces de acuicultura inició en el pez espinoso (*Gasterosteus aculeatus*) Huntingford (1976) y desde entonces, se ha reportado en numerosas otras especies, como son: dorada (*Sparus aurata*), tilapia (*O. niloticus*), lenguado senegalés (*Solea senegalensis*), lubina europea (*Dicentrarchus labrax*), entre otros. Entre distintos indicadores de bienestar, el comportamiento de los peces es probablemente el más relevante para el productor, el cual se relaciona con su experiencia subjetiva de observación diaria de los animales. Por ejemplo, el monitoreo del comportamiento por cámaras acuáticas en jaulas flotantes brinda información inmediata sobre el estado de los peces, tanto a nivel grupal como individual. Las mediciones del comportamiento se pueden realizar de manera cuantitativa y cualitativa, a través de diferentes parámetros como el modo de natación, las exhibiciones de aletas, las frecuencias de ventilación branquiales, los patrones de pigmentación y coloración de la piel, su respuesta a la alimentación (Martins *et al.*, 2012). Los indicadores comportamentales tienen la ventaja de ser rápidos y fáciles de observar y, por lo tanto, son candidatos para su uso en el centro de cultivo, con el fin de conocer las preferencias y requerimientos de los animales y adaptar los protocolos de manejo conforme a su bienestar.

### **Estilos de afrontamiento al estrés**

Los estilos de afrontamiento del estrés (EAE) se definen como conjuntos consistentes de patrones conductuales, o también como rasgos fisiológicos consistentes y divergentes que muestran los individuos de una misma población al estrés (Koolhaas *et al.*, 1999). Se ha reportado que los EAE se expresan en dos patrones extremos: perfiles proactivos y reactivos, en varios vertebrados, incluidos en peces teleósteos. Las principales diferencias conductuales y fisiológicas entre ambos perfiles de comportamiento se detallan en la Tabla 1, las cuales explican la variabilidad adaptativa individual ante situaciones de estrés.

Se ha demostrado que el estudio de los EAE tiene implicaciones positivas en la acuicultura, apoyando a determinar el nivel de bienestar y de salud de los organismos, así como su susceptibilidad a enfermedades, capacidad de crecimiento y sobrevivencia y éxito reproductivo. Para caracterizar los EAE en peces, se han utilizado diversos enfoques metodológicos.

Tabla 1. Diferencias conductuales y fisiológicas entre peces proactivos y reactivos

	Proactivo	Reactivo
<b>A) Características Comportamentales</b>		
Eficiencia de Alimentación	Alto	Bajo
Agresividad	Alto	Bajo
Influencia Social	Bajo	Alto
Zona de riesgo y Exploración	Alto	Bajo
Escape activo al estresor	Alto	Bajo
Plasticidad/Flexibilidad/Formación rutina	Bajo	Alto
<b>B) Características fisiológicas</b>		
Reactividad HPI	Bajo	Alto
Respuesta al estrés por cortisol	Bajo	Alto
Inmunidad	Alto	Bajo
Consumo de Oxígeno	Alto	Bajo
Reactividad Simpática	Alto	Bajo
Plasticidad Neuronal	Bajo	Alto
Reactividad Parasimpática	Bajo	Alto
HPI: eje Hipotálamo Pituitario Interrenal Para mayor referencia leer: Castanheira <i>et al.</i> 2017		

Las pruebas individuales, como el confinamiento, la recuperación de la motivación alimentaria en un entorno novedoso, la exposición a un objeto novedoso, y pruebas de agresión, entre otras, se realizan en condiciones de aislamiento, pero el carácter gregario de ciertas especies, puede influir en las respuestas conductuales y debe

tenerse en cuenta al interpretar los datos. Por lo tanto, se han desarrollado algunas pruebas basadas en grupos de animales, la mayoría refiriéndose a la toma de riesgos y a la exposición a la hipoxia (Figura 1)

Prueba	Tipo de prueba	Observaciones	Especie
Toma de riesgo	Grupal	La tasa de exploración y la capacidad competitiva son constantes a lo largo del tiempo y están relacionadas con la conducta de asumir riesgos: las personas que exploraron más rápidamente el entorno novedoso fueron las primeras en obtener acceso a alimentos restringidos	Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> ), lubina europea ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )
Confinamiento	Individual	Los peces más reactivos mostraron mayor susceptibilidad a infecciones. Diferencias en el grado de pigmentación	Salmón del Atlántico ( <i>Salmo salar</i> ), trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )
Objeto nuevo	Individual	El contexto social es un modulador importante de EAE individuos proactivos pueden ser más flexibles a las condiciones cambiantes como opuesto a los reactivo	Dorada ( <i>Sparus aurata</i> ), trucha trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus</i> )
Agresión	Pareja	Diferencias individuales en la alimentación residual la ingesta están relacionados con diferencias en comportamiento agresivo: más eficiente los individuos son más agresivos	Bagre africano ( <i>Clarias gariepinus</i> ), dorada ( <i>Sparus aurata</i> )

Figura 1. Pruebas empleadas en peces para evidenciar EAE

### Conclusión

Las diversas investigaciones en especies de peces de acuicultura a la fecha confirman la idea de que el estudio de los EAE ayuda a determinar

la vulnerabilidad individual a situaciones relacionadas con el estrés, debido a que los animales se adaptan de manera diferente a diversas condiciones ambientales.

Asimismo, investigar sobre ello, mediante la aplicación de diferentes pruebas comportamentales (individuales y/o grupales) y del estudio de la relación entre las respuestas

fisiológicas y conductuales contribuye a mejorar el bienestar y la salud de los animales.

### Referencias

- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 – Sustainability in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Castanheira, M. F., Conceição, L. E. C., Millot, S., Rey, S., Bégout, M., Damsgård, B., Kristiansen, T., Höglund, E., Øverli, Ø. and Martins, C. I. M. (2017). Coping styles in farmed fish: consequences for aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 9(1): 23-41. <http://dx.doi.org/10.1111/raq.12100>
- Huntingford, F. A. (1976). The relationship between anti-predator behaviour and aggression among conspecifics in the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*. *Animal Behaviour*, 24(2): 245-260. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(76\)80034-6](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(76)80034-6)
- Huntingford, F. A., Andrew, G., Mackenzie, S., Morera, D., Coyle, S.M., Pilarczyk, M. and Kadri, S. 2010. Coping strategies in a strongly schooling fish, the common carp *Cyprinus carpio*. *Journal of Fish Biology*, 76: 1576-1591. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02582.x>
- Koolhaas, J. M., Korte, S. M., De Boer, S. F., Van Der Vegt, B. J., Van Reenen, C. G., Hopster, H., De Jong, I. C., Ruis, M. A. W. and Blokhuis, H.J. (1999). Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neurosciences and Biobehavioral Reviews*, 23: 925-935. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(99\)00026-3](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(99)00026-3)
- Martins, C. I. M., Schaedelin, F. C., Mann, M., Blum, C., Mandl, I., Urban, D., Grill, J., Wender, J. and Wagner, R.H. (2012) Exploring novelty: a component trait of behavioural syndromes in a colonial fish. *Behaviour*, 149: 215-231. <https://doi.org/10.1163/156853912X634430>
- Shreck C. B. (2010). Stress and reproduction: the roles of allostasis and hormesis. *General and Comparative Endocrinology*, 165: 549-556. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.07.004>