

# Bienestar animal en Piscicultura

## Animal welfare: farm fish

Vásquez Gamboa, L.<sup>1</sup>

### Resumen

Se estudió el efecto de la inclusión de cuatro mezclas de proteínas vegetales sobre los parámetros de bienestar animal de *Oreochromis niloticus*. Los peces fueron alimentados con 4 dietas basadas en una mezcla de harinas de soja y pescado (SP), harinas de soja y concentrado de guisante (SG), harinas de soja y girasol (SOL) y harina de gluten (HG). El bienestar de los peces no se vio comprometido ya que las concentraciones plasmáticas de cortisol estuvieron dentro del rango normal para la especie en los tratamientos.

**Palabras clave:** Bienestar animal, piscicultura.

### Summary

We studied the effect of four plant protein mixtures on stress in tilapia. The four isoenergetic and isoproteic extruded diets contained soybean and fish meal (SBF), a mixture of soybean meal and pea protein isolate (SBP), gluten meal (GM) and a mixture of soybean and sunflower meal (SBSF). Blood samples were obtained at the end of the experiment to measure plasma cortisol levels. In terms of welfare, plasma cortisol levels were unaffected significantly.

**Key words:** Animal welfare, farm fish.

### Introducción

El objetivo que persigue cualquier explotación piscícola comercial es la obtención de un rendimiento económico en la producción de peces y que al mismo tiempo depare un buen estado de los peces que redunde en altas tasas de crecimiento, bajas tasas de conversión alimenticia, bajo porcentaje de mortalidad y un producto final en óptimas condiciones de calidad. El buen estado o bienestar de los animales se puede ver alterado por múltiples causas que pueden generar estrés en los individuos y que fundamentalmente están relacionadas con el manejo, densidades de cultivo, labores de limpieza de los tanques o el método de sacrificio. Es importante obtener información sobre como el manejo de los peces puede afectar el estado de bienestar del pez y por ende la calidad final del producto. Actualmente a nivel mundial, la normatividad legal y

---

<sup>1</sup> Lucelena Vasquez Gamboa. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Carrera 32 No. 12-00. Valle del Cauca. Colombia.+00 57 2 2868888. **E-mail:** lvasquezg@unal.edu.co

aspectos éticos son de gran importancia, así como la protección del medio ambiente o el bienestar animal.

**Concepto de Bienestar animal.** El animal está en perfecta armonía con el ambiente que le rodea (Mancera y Martín, 2005), pero puede variar entre individuos, ya que un animal no se encuentra en el mismo estado de bienestar todo el tiempo. Según Ellis *et al.* (2004) se ha considerado el respeto al bienestar cuando se cumplen las reconocidas cinco “libertades” propuestas por el órgano consultivo de la Unión Europea para asuntos sobre bienestar animal Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1996).

- *Libres de hambre y sed:* mediante acceso a agua fresca y comida que garantice la cría de unos animales saludables y vigorosos.
- *Libres de incomodidades:* aportándoles un alojamiento apropiado, incluyendo protección y un área de descanso confortable.
- *Libres de dolor, lesiones o enfermedades:* mediante la prevención, rápido diagnóstico y tratamiento.
- *Libres para expresar su comportamiento normal:* aportándoles el suficiente espacio, condiciones adecuadas, y en compañía de animales de su misma especie, edad y condición.
- *Libres de temores y angustias:* asegurando unas condiciones que eviten el sufrimiento mental, que les pueda producir un estrés que altere su bienestar.

**El stress en los peces.** El estrés puede ser definido como una situación en la cual el equilibrio dinámico de un organismo (estado homeostático) es modificado como consecuencia de la acción de un estímulo intrínseco o extrínseco al animal, denominado agente estresante, estos estímulos pueden ser factores físicos, fisiológicos, conductuales o psicológicos (Dantzer, 1983). Los peces tienen sentidos para detectar estímulos de dolor, vías sensitivas para procesar dichos estímulos y mecanismos cerebrales que procesan dicha información y generan respuestas comportamentales que sugieren negativas experiencias subjetivas. En el caso concreto de los peces, fueron los primeros vertebrados en desarrollar una respuesta al estrés, que incluye, interrelaciones entre los ejes relacionados con el sistema nervioso y el sistema endocrino (Barandica y Tort, 2008).

Al ser los peces poiquiloterms y ser totalmente acuáticos, dependen de la calidad y constancia del medio, requieren abundante cantidad, calidad y una correcta temperatura, ya que variaciones por fuera de su rango de confort aceptables darán lugar a estrés, morbilidad y mortalidad, al afectar negativamente su sistema inmune (Conte, 2004). La manipulación durante su manejo también puede producir un estrés agudo (Papoutsoglou *et al.* 1999) afectando en mayor o menor medida a su fisiología, traduciéndose en ocasiones en una reducción del crecimiento de los mismos o en una inmunodepresión. Sin embargo, varios estudios han mostrado que la anestesia reduce significativamente el estrés de la manipulación, ya que reduce el metabolismo y evita la

liberación de catecolaminas y cortisol. Aunque el estrés es inherente a la vida, el objetivo del manejo es mantener el nivel de estrés por debajo del umbral de la manifestación prepatológica. Las características del agua en el cultivo de peces están afectadas por factores como el tipo de sistema de producción empleado, entorno medioambiental externo, la densidad animal, la cantidad y calidad del alimento. En los sistemas de recirculación, la temperatura del agua y los parámetros químicos como el oxígeno (Tabla 1), el dióxido de carbono, la alcalinidad, la dureza y el contenido de nitrógeno y de amoníaco, están controlados mecánicamente o biológicamente para mantener la calidad del agua.

**Tabla. 1.** Indicadores basales de pobre calidad del agua (OD: Oxígeno Disuelto)

Categoría	Indicador	Problema de calidad de agua
Comportamiento	Agregación cerca de la superficie	OD ↓
	Incremento en tasa de respiración	OD ↓; Amonio ↑ CO <sub>2</sub> ↑; ↓OD
	Disminución consumo	Amonio ↑
	Hiper excitabilidad	Amonio ↑
	Nado errático	Amonio ↑
	Pérdida del equilibrio	Amonio ↑
	Letargia, desorientación, moribundo	CO <sub>2</sub> ↑; Nitritos ↑
Morfología	Lamelas de las branquias rojo-brillante	CO <sub>2</sub> ↑ Amonio ↑; Nitritos ↑;
	Daño en las branquias	Sólidos suspendidos ↑
	Sangre marrón	Nitritos ↑
	Daños en el timo	Nitritos ↑
	Desarrollo anormalidades	Nitratos ↑; Temperatura
	Nefrocalcinosis	CO <sub>2</sub> ↑
	Enfermedad de burbujas	Supersaturación O <sub>2</sub>
Producción	Disminución del crecimiento	OD ↓; Amonio ↑
	Incremento de índice de consumo	OD ↓; Amonio ↑
	Mortalidad	Nivel letal de algún parámetro

Fuente: Branson, 2008.

**Indicadores de Bienestar animal.** En acuicultura se deben desarrollar prácticas de manejo que reduzcan el estrés y sus efectos potencialmente dañinos para el pez, ya que las técnicas de producción cada vez más intensivas (restricciones de espacio, alteración de factores ambientales, densidad de siembra, dietas mal balanceadas, entre otros), pueden producir efectos no deseados en los animales, causando estrés, enfermedades y mermas en la producción. Estas prácticas deben incluir un control continuo tanto del medioambiente de los animales acuáticos como de la condición física de los mismos. La información sobre las condiciones del agua se obtiene a través de métodos que van desde mediciones *in situ* con equipos para monitorear el agua hasta

sofisticados sistemas de control por ordenador con alarmas asociadas. El protocolo del manejo del estrés incluye controlar la densidad, el manejo, el mantenimiento de los peces, sus cambios de comportamiento, el control de enfermedades y la nutrición (Schreck, 2000). Una manera de medir el bienestar en los peces, es a partir de indicadores de bienestar, a partir de las experiencias subjetivas de los animales, según ciertos criterios funcionales y estudiando el comportamiento de los animales (Duncan y Fraser, 2000).

**Cortisol.** Los parámetros utilizados para identificar los peces estresados son los denominados de respuesta primaria, es decir, indicadores neuroendocrinos como la adrenalina y el cortisol, que son inductores de cambios rápidos a nivel cardiovascular y metabólico. El cortisol está más relacionado con los estresores crónicos, como parte final del eje hipotálamo-hipofisario-interrenal HPI (Barandica y Tort, 2008). Afecta al metabolismo de proteínas, carbohidratos y lípidos. Su acción metabólica es realizada a través de mecanismos rápidos, no genómicos o mecanismos lentos con modificación genómica de duración más prolongada, siendo más accesibles experimentalmente (Flores, 2002).

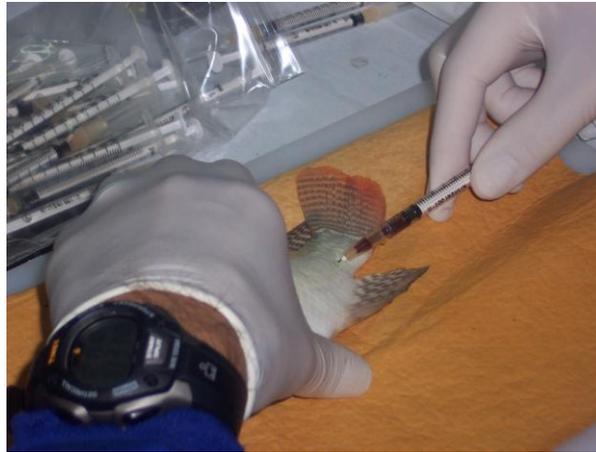
En 1973, Selye estableció índices morfológicos del estrés al observar en mamíferos el aumento de la glándula adrenal, atrofia de órganos linfoides y úlceras gastrointestinales. En peces con implantes de cortisol se describieron los siguientes fenómenos: atrofia de mucosa gástrica, disminución de la absorción de nutrientes, menor eficiencia de conversión y pérdida de peso. Provocando además, disminución de la hormona triiodotironina (T3), que es una llave reguladora de la entrada de nutrientes. El cortisol inhibe la testosterona y disminuye la cantidad de receptores para estrógenos en el hígado, afectando también a la síntesis de vitelogenina, lo que perjudica la calidad de los gametos. También es responsable de la disminución de la inmunocompetencia observada en peces estresados. Su elevación desde concentraciones basales de menos de 2 ng/ml a 10 ng/ml es suficiente como para predisponer a los peces a enfermedades. Este efecto es explicado en parte, por la disminución de la quimiotaxia, fagocitosis y producción de óxido nítrico en los leucocitos, actividades importantes en los procesos inflamatorios. Los efectos de los corticoides sobre el sistema inmune son extremadamente diversos. La marcada disminución de los linfocitos que puede alcanzar hasta el 60%, ha sido descrita en numerosos trabajos.

## **Material y métodos**

La investigación se realizó en las instalaciones de acuicultura del Departamento de Producción animal de la Universidad Politécnica de Madrid, España.

**Determinación de cortisol.** Para tomar muestras de sangre (0,2 a 0,5 ml) de la vena cava caudal, los peces se introdujeron en un cubo con agua del mismo tanque experimental, se adicionó anestésico (tricaína principio activo metanesulfonato. Orgamol S.A.; 1g / 10 l), en horario (de 9:00-10:00 am., para evitar variaciones circadianas) con jeringas de 1 ml (BD. Plastipak™) previamente heparinizadas (Heparina sódica Chiesi 1000 UI/mL; Chiesi España, S.A.) (Figura 1). Posteriormente se

centrifugaron en el laboratorio a 1500xg (3.000 rpm y 4°C) durante 4 minutos y se conservó el plasma a -80°C hasta realizar los análisis de cortisol en plasma utilizando un kit de enzimoimmunoanálisis I-125 (DSL Cortisol RIA kit; DSL-2000; Diagnostic Systems Laboratories, Inc.).



**Figura 1.** Toma de muestra de sangre para análisis de cortisol en plasma

En el experimento se utilizaron peces *Oreochromis niloticus* genéticamente macho GMT<sup>®</sup> Swansee, producidos por R. Barrera de Valenciana de Acuicultura, (Puçol, Valencia-España).

## Resultados y discusión

No se observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en la concentración de cortisol en plasma como indicador de bienestar animal entre los tratamientos, los valores obtenidos fueron bastante bajos, presentándose el mayor valor para los peces del tratamiento SBSF y el menor valor para los del tratamiento GM, se tuvo especial cuidado para extraer las muestras de sangre en el menor tiempo posible a los peces previamente anestesiados ( $< 2$  minutos), lo que ayudó a evitar cualquier efecto de la manipulación sobre los niveles de cortisol (Tabla 2).

**Tabla 2.** Niveles de cortisol en plasma sanguíneo de Tilapia del Nilo al final del período experimental

	SBF	SBP	GM	SBSF	SEM <sup>1</sup>	P
Cortisol, ng/ml	19,6	15,7	10,9	26,7	5,71	0,421

<sup>1</sup>Error estándar de la media ( $n = 6$  tanques por tratamiento). SBF = harinas de soja y pescado, SBP = harinas de guisante y pescado, GM = harina de gluten, SBSF = harinas de girasol y pescado ( $P > 0,05$ ).

Aunque *O. niloticus* es uno de los peces de agua dulce más cultivados en el mundo, existen pocos trabajos que determinen valores de cortisol en plasma sanguíneo en

sistemas de recirculación. En nuestra investigación no hubo diferencias significativas entre los tratamientos y aunque la manipulación de los peces puede producir estrés agudo (Papoutsoglou *et al.* 1999), afectar su estado fisiológico, el crecimiento o la salud de los peces, nuestros valores estuvieron dentro de un rango fisiológico normal. Lo que sugiere que el bienestar de los peces para las condiciones de este experimento no se vio comprometido por el uso de las diferentes fuentes de proteína vegetal. Delaney *et al.* (2004) reportan niveles mucho más altos de cortisol en Tilapias en condiciones de hipoxia (54,7 ng/ml a 4 ppm de oxígeno disuelto y 88,4 ng/ml a 0,5 ppm de oxígeno). Se tuvo especial cuidado para extraer las muestras de sangre en el menor tiempo posible a los peces previamente anestesiados (< 2 minutos), lo que ayudó a evitar cualquier efecto de la manipulación sobre los niveles de cortisol. Varias investigaciones han reportado que la anestesia reduce significativamente el estrés de manipulación (Tort *et al.* 2002), reduce el metabolismo y evita la liberación de catecolaminas y cortisol.

## **Conclusiones y recomendaciones**

Los peces poseen sentidos para detectar los estímulos del ambiente que los rodea y mecanismos cerebrales para procesar dicha información y generar respuestas fisiológicas o comportamentales. Estos estímulos pueden ser factores físicos, fisiológicos, conductuales, psicológicos o por el alimento (Dantzer, 1983). La duración del estímulo, más que su intensidad, es lo que parece diferenciar su impacto. Las condiciones de estrés afectan negativamente tanto a la inmunidad específica como a la no específica, haciendo al pez más susceptible a enfermedades (Pickering y Pottinger, 1989) o una posible reducción en el crecimiento, los peces no presentaron problemas por enfermedades o de comportamiento errático durante todo el tiempo que duró el ensayo.

## **Agradecimientos**

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Dr. Morris Villarroel R. Universidad Politécnica de Madrid-España. Fundación Carolina España. Ministerio Español de Educación y Ciencia (Proyecto AGL2005-07571-C02).

## **Referencias**

1. Barandica, C. and L. Tort. Neuroendocrinología e inmunología de la respuesta al estrés en peces. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*. 32: 267-284. 2008.
2. Conte, F.S. Stress and the welfare of cultured fish. *Applied Animal Behaviour Science* 86: 205-223. 2004.
3. Dantzer, R. and P. Mormede. Stress in farm animals: A need for re-evaluation. *Journal Animal Science* 57:6. 1983.
4. Delaney M.A, P.H. Klesius and R.A. Shelby. Cortisol response of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* 16:95-104. 2004.

5. Duncan, H.J.I. and D. Fraser. Understanding Animal Welfare. Chapter 2, en: Animal Welfare. M.C. Appleby y B.O. Hughes, eds. CABI Publishing. Wallingford. 2000.
6. Ellis, T., James, J.D., Stewart, C. and P. Scott. A non-invasive stress assay measurement of free cortisol released in to the water by rainbow trout. Journal of Fish Biology 65:1233-1252. 2004.
7. Farm Animal Welfare Council. Report on the Welfare of Farmed Fish. FAWC 1996, Surbiton, Surrey. 1996.
8. Flores,Q. C. Respuestas neuroendocrinas al estrés en peces teleósteos. Revista Ictiología 10:57-78. 2002.
9. Mancera, J.M. and M.P. Martín del Río. El sistema de estrés en peces teleósteos. Revista Encuentros en la biología. Facultad de Ciencias Universidad de Málaga (Eds). 2005.
10. Papoutsoglu, S. E. and G. Tziha. Blue tilapia (*Oreochromis aureus*) growth rate in relation to dissolved oxygen concentration under recirculated water conditions. Aquacultural Engineering 15:181-192. 1996.
11. Pickering, A.D. and Pottinger, T.G. Stress responses and disease resistance in salmonid fish: Effects of chronic elevation of plasma cortisol. Fish Physiology and Biochemistry 7:253-258. 1989.
12. Schreck, C.B. Accumulation and long-term effects of stress in fish, en: Moberg, G.P. y Mench, J.A. (eds), The Biology of Animal stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare. CABI Publishing, CAB International, Oxon and New York. pp. 147-158. 2000.
13. Selye,H. The evolution of the stress concept. American Scientist 61:692-699.
14. Tort, L., M. Puigcerver, S. Crespo and F. Padros. 2002. Cortisol and haematological response in Sea bream and trout subjected to the anaesthetics clove oil and 2-phenoxyethanol. Aquaculture Research 33:907-910. 1973.