

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	0(67)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Iván René González Viloría		
FACULTAD	Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Zootecnia		
DIRECTOR	Johann Fernando Hoyos Patiño		
TÍTULO DE LA TESIS	Identificación de los parámetros de bienestar animal en sistemas de producción acuícola		
TITULO EN INGLES	Identification of animal welfare parameters in aquaculture production systems		
RESUMEN (70 palabras)			
<p>La presente monografía es una recopilación documental sobre los parámetros de bienestar en sistemas de producción acuícolas en Colombia, que recoge los aportes epistemológicos y conceptuales acerca del bienestar animal en peces y crustáceos, realizando un recorrido por las generalidades, principales especies exóticas, nativas y ornamentales. Finalmente, se adelanta una recopilación de los criterios o indicadores que se estipulan deben tenerse presentes para evaluar el Bienestar animal en producciones acuícolas</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>This monograph is a documentary compilation on the welfare parameters in aquaculture production systems in Colombia, which collects the epistemological and conceptual contributions about animal welfare in fish and crustaceans, making a tour of the generalities, main exotic, native and ornamentals. Finally, a compilation of the criteria or indicators that are stipulated must be kept in mind to evaluate animal welfare in aquaculture productions is advanced.</p>			
PALABRAS CLAVES	Bienestar Animal, Sistemas Acuícolas, Peces, Crustáceos, Parámetros.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Animal welfare, Aquaculture systems, Fish, Crustaceans, Parameters.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 67	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 14	CD-ROM:

**Identificación de los parámetros de bienestar animal en sistemas de producción
acuícola**

Iván René González Vioria

Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander

Ocaña

Zootecnia

MSc. Johann Fernando Hoyos Patiño

Marzo de 2023

Índice

Identificación de los parámetros de bienestar animal en sistemas de producción acuícolas	4
Resumen	4
Introducción	5
Capítulo 1. Generalidades del bienestar animal en sistemas de producción acuícola	8
1.1 Generalidades de la acuicultura.....	8
1.1.1 Acuicultura en Colombia.....	9
1.1.2 Especies de interés zootécnico	10
1.1.3 Alimentación	30
1.2 Sistemas de producción acuícolas	33
Capítulo 2: Identificación de los criterios para evaluar el bienestar en sistemas de producción acuícola	37
2.1. Indicadores fisiológicos.....	40
2.2 Indicadores nutricionales.....	43
2.3 Indicadores Sanitarios	44
2.4 Indicadores de Comportamiento	47
2.5 Indicadores de confort ambiental	48
Capítulo 3. Caracterización de la normativa vigente para la regulación del bienestar acuícola en Colombia.....	49
Referencias.....	57

Lista de figuras

Figura 1. Camarón tigre	12
Figura 2. Tilapia del Nilo.....	14
Figura 3. Carpa.....	15
Figura 4. Trucha.....	16
Figura 5. Cachama Negra	18
Figura 6. Bocachico	20
Figura 7. Bagre Rayado	21
Figura 8. La dorada (Sparus aurata).....	22
Figura 9. Dasyatis pastinaca	25
Figura 10. Anostomus anostomus.....	26
Figura 11. Sardinita Coli Roja	26
Figura 12. Pez Payaso	27
Figura 13. Pez Dorado	28
Figura 14. Pez Dorado	29

Identificación de los parámetros de bienestar animal en sistemas de producción acuícolas

Resumen

La presente monografía aportará una base teórica como punto de partida para futuras investigaciones en el área de las producciones pecuarias acuícolas, partiendo de la recopilación documental; además, otorgará un referente bibliográfico, que podrá ser aplicado en el proyecto piscícola de la Granja Experimental de la UFPS Seccional Ocaña.

En la misma se adelanta una síntesis de los aportes epistemológicos y conceptuales acerca del bienestar animal en especies acuícolas, específicamente en lo que respecta a peces y crustáceos, realizando un recorrido por las generalidades, principales especies exóticas, nativas y ornamentales de Colombia, caracterizando cada uno de los ejemplares en mención.

De igual manera, se abarca el área de nutrición animal, alimentación y especificaciones de los sistemas de producción, abarcando los de tipo intensivo, semi intensivo, extensivo y cerrados.

Así mismo, involucra los indicadores fisiológicos, sanitarios, de comportamiento y confortabilidad en producciones piscícolas y crustáceos.

Finalmente, se adelanta una recopilación de los criterios o indicadores que se estipulan deben tenerse presentes para evaluar el Bienestar animal en producciones acuícolas; dando a conocer, además, la normativa legal vigente en Colombia.

Introducción

El bienestar animal es un área de gran interés para la zootecnia debido a que garantizar condiciones adecuadas para los animales, mejora su calidad de vida y otorga grandes beneficios en lo que respecta a la producción pecuaria, la cual por supuesto tiene aplicabilidad además en los sistemas acuícolas.

De acuerdo con la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), el Bienestar Animal, (BA) ha sido definido como el término amplio que describe la manera en que los individuos se enfrentan con el medio ambiente y que incluye su sanidad, sus percepciones, su estado anímico y otros efectos positivos o negativos que influyen sobre los mecanismos físicos y psíquicos del animal.(Henao Villegas, 2020).

Este campo ha sido objeto de estudio para múltiples teóricos que la conceptualizan y advierten sobre la importancia de generar estándares adecuados de bienestar animal. Para Hughesen 1976 citado por García, hace referencia al “Estado de plena salud mental y física que permite al animal vivir en armonía con su entorno”. Así mismo para Broom en 1986, el BA es “El estado del individuo en relación con sus intentos por acoplarse al entorno” (Hoyos Patiño, et al., 2020, p.2)

En tal sentido, promover y propiciar estas condiciones óptimas para los animales, se constituye en una excelente praxis que legitima la productividad y la actividad pecuaria.

Desde la óptica de los investigadores existen tres variables que contribuyen a establecer modelos y prácticas para garantizar el BA, estas son:

(Fraser *et al.*, 1997, como se citó en David Ruáles, 2014) establecen que la primera tiene que ver con la base funcional del organismo, es decir características como crecimiento, reproducción, entre otras, asociadas a la salud y al comportamiento, medido este último en la respuesta a un estímulo ambiental, la segunda tiene que ver con la relación que existe entre estrés y bienestar. El tercer punto hace referencia a la vida natural, su desarrollo y el uso de las adaptaciones y capacidades naturales.

En lo que respecta a los sistemas de producción acuícola “El bienestar animal contribuye a tener animales mejor adaptados durante la cadena productiva y, al finalizar la cosecha, se evidencia la calidad del producto final”.(Silva, 2017).

Cabe señalar, que, aunque existen contradictores a las teorías del bienestar animal en peces, por considerarlos animales que no sienten dolor, frente a esto “la Sociedad Veterinaria de Peces (FVS), en su reunión del año 2004, trabajó exclusivamente sobre el bienestar en peces y vio la necesidad de incluirlos dentro de las consideraciones del estatus de bienestar”(David Ruáles, 2014)

Pues de acuerdo con (Duncan, 1996 como se citó en David Ruáles, 2014) el requisito para tener estatus de bienestar es el de tener sensibilidad, considera además que el proceso más simple

que puede caracterizar la sensibilidad está relacionado con la capacidad de percibir estímulos internos y externos, que pueden generar " *estados motivacionales afectivos*".

De igual manera, los estudios de Sneddon *et al.* (2003) sobre la presencia de nocirreceptores y la revisión de Braithwaite y Boulcott (2007) sobre dolor, aversión y miedo en peces ofrecen una completa evidencia de que los peces tienen sistemas nociceptivos que se localizan en la piel y alrededor del hocico, estos generan actividad neuronal que puede ser registrado electro-fisiológicamente y que induce y se ve reflejada en cambios fisiológicos y del comportamiento.(David Ruáles, 2014)

Teniendo en cuenta los planteamientos anteriores, la presente monografía está enfocada a identificación de los parámetros de bienestar animal en sistemas de producción acuícolas, principalmente a la producción acuícola de manera intensiva y semi-intensiva, basados principalmente en las "5 libertades"¹ plasmadas para medir el confort animal en las producciones², logrando como alcance final un acercamiento teórico y de revisión documental, con información y referencias a partir del año 2012, sin dejar de revisar textos clásicos.

De igual manera, la revisión está enmarcada en la normativa legal vigente en Colombia, como es el caso específico de la Resolución 253 de 2022, que establece la guía para las condiciones de bienestar animal propias de cada una de las especies de producción del sector agropecuario; bovina, bufalina

¹<https://www.woah.org/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/>

²<https://www.fawec.org/es/fichas-tecnicas/23-bienestar-general/21-que-es-el-bienestar-animal>

, aves de corral y animales acuáticos, estos últimos en el capítulo II del manual en mención. (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2020).

Capítulo 1. Generalidades del bienestar animal en sistemas de producción acuícola

1.1 Generalidades de la acuicultura

El sector acuícola ha venido fortaleciéndose con el paso de los años en varios países a nivel mundial, evidenciando el potencial y diversidad de sus especies para la producción, distribución y comercialización, dinamizando el sector económico.

De acuerdo con la FAO, “La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas”. Implica la propiedad individual o corporativa de las poblaciones bajo cultivo.(Luchini, s.f, p.1)

De igual manera, la acuicultura es definida como “el cultivo de organismos acuáticos alcanzado a través de la manipulación del ciclo de vida de un organismo y con el control de las variables ambientales que lo influyen”. En ello están involucrados tres principales factores: a) control de la reproducción, b) control del crecimiento y c) eliminación de los agentes de mortalidad. (Luchini, s.f, p.1)

Se entiende además por Acuicultura, “ el cultivo de especies hidrobiológicas mediante técnicas apropiadas en ambientes naturales o artificiales y, generalmente bajo control”. (Parrado Sanabria, 2012, p.1)

En este sentido, la acuicultura involucra métodos, técnicas y procedimientos que conlleven a la crianza y reproducción de especies acuícolas en entornos específicos, para fines determinados como la industria alimentaria, la ornamentación y salud, entre otros.

1.1.1 Acuicultura en Colombia

Alrededor de los años 40 comenzaron los procesos de explotación acuícola formales en Colombia, los cuales tuvieron un tardío avance, debido a la ausencia de infraestructura y cualificación del personal dedicado a dichas tareas, dificultando el progreso en este sector y evidenciando grandes debilidades para su desarrollo.

Sin embargo, en la década de los sesentas se dieron muchos incentivos de parte de organismos internacionales y del estado, dando paso a la creación del INDERENA (Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente), razón por la cual la actividad de la Acuicultura se fortalece en gran manera, todos estos esfuerzos se reflejaron hacia la década de los ochenta donde la acuicultura se consolida abriéndose las posibilidades a mercados internacionales para langostino y camarones. (Parrado Sanabria, 2012)

Desde entonces este sector ha tenido un gran impulso y fortalecimiento, donde las tendencias de crecimiento entre subsectores son muy diferentes; así la actividad que muestra una mayor dinámica es la acuicultura con un porcentaje de producción del,

77.941, es decir una participación del 0.76 %, como lo evidencia el Boletín CCI, 2010, correspondiente al Anuario Estadístico Agropecuario MADR (Merino, et al., 2013, p.40)

Por tanto, se evidencia la necesidad de continuar invirtiendo en este sistema de producción, por supuesto bajo los estándares de Bienestar Animal establecidos, pues este genera un abanico de posibilidades para la economía y el desarrollo.

1.1.2 Especies de interés zootécnico

La acuicultura se ha venido diversificando debido a la importación de especies apetecidas por el mercado y de fácil producción, que la han impulsado a hacer una parte importante de la producción pecuaria colombiana. Así mismo, se ha incrementado el repoblamiento de especies nativas que son parte de la alimentación y la vida cotidiana de las riberas de los ríos más importantes.

Dentro de las principales especies de interés zootécnico acuícola se encuentran las exóticas y las nativas.

Especies exóticas

Los Camarones, están representados por 2.000 especies del suborden Natania, los cuales pueden ser carnívoros, detritívoros, herbívoros, u omnívoros. Estos crustáceos habitan en aguas estuarinas o marinas, lagos, ríos y algunos han sido empleados en la acuicultura mundial. FAO (2018) señala la producción de 4.170.000 ton métricas de estos

organismos para el 2016, lo cual lo sitúa como un producto acuícola de gran relevancia para muchos países.(Aguirre Guzmán & López Acevedo, 2020)

La Asociación de Acuicultores de Colombia -ACUANAL- creada en 1984, que reúne a las principales empresas del país de ambas costas y cuya actividad es de carácter gremial, decidió que era necesario involucrar el factor de ciencia y tecnología a la industria camaronera, para lo cual fundó el Centro de Investigación de la Acuicultura de ColombiaCeniagua- en el año de 1993. (Manínez Ibarra, s.f, p.4)

“La camaronicultura colombiana se ha logrado insertar en el ámbito mundial como la decimotercera en la producción y como la vigésimo tercera en el volumen de exportación, compitiendo con países de mayor tradición en esas áreas”.(Espinal et al., 2005, p.2)

Esta especie es una fuente alternativa para la comercialización, a la par que promueve la economía, a través de ingresos y empleo rural, generación de divisas y desarrollo de regiones atrasadas cuyos terrenos son poco aptos para otras actividades agropecuarias. En los últimos dos años, se han venido desarrollando proyectos productivos de ese crustáceo en el departamento de La Guajira, involucrando a la comunidad wuayú del municipio de Manaure.(Espinal et al., 2005, p.1)

Figura 1
Camaróntigre



Nota. Fuente (Pabón & Gutiérrez Torres, 2021)

Por otra parte, bajo esta denominación de especies exóticas se encuentra la Tilapia (*Oreochromis* spp.), proveniente de África, cuyo nombre científico es *Oreochromis* spp, conocida comúnmente como Mojarra roja, (Tilapia roja), perteneciente a la Familia: Cichlidae. (Parrado Sanabria, 2012, p.3)

Dentro de los aspectos generales se incluyen unas 1.200 especies de Tilapias. En pisciculturas se llaman tilapias comúnmente a los representantes de los géneros *Oreochromis* (intubadores bucales maternos, 70 especies), *Sarotherodon* (incubadores paternos) y *Tilapia* (desovadores en sustratos). Las diferentes especies de tilapias se les distinguen por el número de branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial,

por la forma de cabeza, por su coloración.

A Colombia fueron introducidas directamente al Instituto Nacional de Piscicultura Tropical, cuya construcción se inició en 1956 en la ciudad de Buga en el Departamento del Valle del Cauca en 1957 procedentes de Brasil. Pero el auge de la producción de tilapia se generó a partir de los 80 con el ingreso de la tilapia roja (*Oreochromis spp*), en la década de los 90 se da el gran boom de esta tilapia roja, la cual empezó a propagarse a toda Colombia dando comienzo a las exportaciones de filete fresco a Estados Unidos.(Parrado Sanabria, 2012, p.3)

Cabe destacar que esta especie piscícola es la más cultivada en Colombia debido a sus altos índices de comercialización en mercados extranjeros y a la disminución de pescados nativos a causa de la sobreexplotación y contaminación de los ríos.

Puede ser plateada o roja, esta roja ha sido relacionada con el Pargo rojo(pez de agua de mar), sin embargo, el mercado internacional acepta cualquiera de las dos, ellos reciben el filete limpio de piel, las presentaciones en la cual se comercializa es en fresco, principalmente entero congelado en menor proporción, el contenido de proteínas presentado por la tilapia es más bondadoso que el de la carne roja. (Parrado Sanabria, 2012, p.63)

Figura 2*Tilapia del Nilo*

Nota. Fuente (Monteiro , et al., 2020)

Otra de las especies foráneas es la Carpa, como se le conoce por su nombre común. Su nombre científico es *Cyprinus carpio* y pertenece a la Familia: *Cyprinidae*. Es muy cultivada en el mundo por su tolerancia a rangos amplios de temperatura y calidad de agua, en su hábitat natural se encuentra en ríos y lagos de agua dulce, en los trópicos su maduración sexual la alcanza antes de los doce meses, en los trópicos desova todo el año, utiliza como sustratos vegetación flotante, el tiempo de incubación depende de la temperatura máximo de 3 a 4 días, posteriormente se inicia su alimentación su hábito alimenticio es omnívora. Encontramos variedades como la carpa común, la carpa

herbívora, carpa china, carpa cabezona, la más cultivada es la carpa común.(Parrado Sanabria, 2012, p.63)

Figura 3
Carpa



Nota. Fuente (Ferrer, 2021)

Dentro de la clasificación de especies exóticas también figura la Trucha, o también conocida en su país de origen Estados Unidos, como como Trucha Arcoíris. Su nombre científico es *Oncorhynchus mykiss*, perteneciente a la familia: Salmonidae. (Parrado Sanabria, 2012, p.64)

La trucha pertenece a la familia de los salmónidos, grupo de peces que comprenden siete géneros y aproximadamente 35 especie, todos con orígenes en las altas latitudes del norte, en donde la temperatura acuática al nivel del mar es inferior a 20°C, en su medio natural, durante la época de reproducción, remonta las corrientes para desovar en las partes altas de las quebradas.

Su nombre científico es *Oncorhynchus mykiss* (que significa mandíbula ganchuda, características que permitan identificar los machos en la época de reproducción, cuando su mandíbula inferior se desarrolla más.

En Colombia, dadas las características geográficas y ambientales, la especie encuentra condiciones óptimas para su desarrollo en tierra alta y con temperaturas bajas.(Parrado Sanabria, 2012, p.64)

Figura 4
Trucha



Nota. Fuente (Bioenciclopedia, 2022)

Especies nativas

Por otra parte, dentro de la clasificación de especies nativas colombianas se encuentran:

La Cachama (*Piaractus brachypomus*), cuyo nombre científico es *Piaractus brachypomus* de la Familia: Characidae. Proveniente de la Cuenca de la Orinoquia.

El auge de investigaciones de especies piscícolas nativas, cobijó a la Cachama, pues en la década de los setenta y ochenta, se impulsó la producción de la cachama blanca (*Piaractus brachyoomus*) y cachama negra (*Colossoma macropomum*), estas especies de aguas cálidas que han logrado a la fecha, una importante aceptación para programas, pues el país cuenta con la tecnología para la producción masiva de sus alevines y adecuados conocimientos para atender proyectos piscícolas de carácter intensivo semi-intensivo.

Pertenecen a la familia Characidae, que alcanzan un tamaño grande y que se alimentan principalmente de productos vegetales. La cachama blanca es oriunda de la cuenca del Orinoco y la cachama negra oriunda de la cuenca del Amazonas, su madurez sexual entre 2 a 4 años la cachama blanca y entre 3 a 4 años la cachama negra, sus épocas de desove es en tiempo de lluvias con las crecientes, dentro de sus comportamientos de desove, migran en grupos para buscar sitios de desove, hay desoves de huevos semipelágicos, en grupos que no cuidan la cría y el desove en el cultivo el cual es artificial. (Parrado Sanabria, 2012, p.66)

Uno de los aspectos de estudio de esta especie, está enfocada en su dimorfismo sexual, que se produce únicamente en fase reproductiva.

El macho suelta, expulsa esperma y la hembra presenta su abdomen abultado y blando y la papila genital roja, aproximadamente expulsa 100000 huevos /kilogramos hembras, el tiempo de incubación de los huevos es de 12 a 24 horas, el cual está influenciado por la temperatura, la primera alimentación es el zooplancton de 50 a 300micras de diámetro, posteriormente comen alimento preparado concentrado comercial, pero su alimento típico son frutas, semillas, vegetales blandos y animales pequeños son omnívoros y filtradores de plancton.

Es preciso indicar que su crecimiento varía de acuerdo con la densidad de siembra y de la alimentación, a una densidad de 1 a 2 peces/m² ofrecen durante el primer año de 2 a 3 gr/día, ambas especies tiene buena aceptación en el mercado, la cachama negra tiene mayor crecimiento que la cachama blanca y se puede sembrará con más alta densidad de siembra, en su medio natural alcanza hasta 90kg y alcanza tallas hasta de 20 cm.(Parrado Sanabria, 2012, p.66)

Figura 5
Cachama Negra



Nota. Fuente (Aquahoy, 2018)

Tras este recorrido de especies nativas, se llega al comúnmente conocido Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), de nombre científico: *Prochilodus magdalenae*, de la familia Characidae. Su habitat natural está en ciénagas y lagos, migran en la época de reproducción por canales, ríos, en donde realiza sus desoves.

El bocachico es un pez de talla mediana a grande que alcanza a crecer más de 50 cm de longitud total, se reconoce fácilmente por su boca pequeña, carnosa y prominente provista de una serie de dientes diminutos en los labios y por la presencia de una espina predorsal punzante. La coloración de los adultos es plateada uniforme, con aletas con matices rojos o amarillos, se distribuye en todas las zonas bajas de los sistemas del Magdalena, Sinú, Atrato, río Ranchería hasta aproximadamente los 1000 metros sobre el nivel del mar.

En razón de su importancia económica, el bocachico es quizás la especie istia más investigada del país, el ciclo de vida de esta especie está íntimamente relacionada con los patrones hidrobiológicos de inundación y estiaje.(Parrado Sanabria, 2012, p.67)

Su agradable sabor y precio, hacen de esta especie una de las más apetecidas en los hogares colombianos, aumentando su comercialización durante la Semana Mayor.

Figura 6
Bocachico



Nota. Fuente (Garcia, 2020)

Otra especie de interés en esta clasificación, es sin duda el Bagre Rayado, o *Pseudoplatystoma Magdaleniatum*:

Se trata de una especie de bagre perteneciente a la familia Pimelodidae, que se distingue de manera general por tener la cabeza deprimida con un proceso occipital largo que alcanza a unirse a las placas predorsales de la aleta dorsal y una larga fontanela en la región media del cráneo (Buitrago–Suarez, 2006).

Su pigmentación es oscura dorsal y lateralmente sin delimitación evidente entre las zonas pálidas y las zonas grisáceas, con una serie de barras oscuras extendiéndose hasta la línea lateral y conectándose dorsalmente con las del lado opuesto (Buitrago-Suarez & Burr, 2007). Esta especie era reconocida como *Pseudoplatystoma fasciatum*

hasta que en el 2007, Buitrago-Suarez & Burr, realizaron un estudio taxonómico de las especies pertenecientes a este género y determinaron que los individuos que se encuentran distribuidos en la cuenca Magdalénica incluyendo el río Cauca pertenecen a esta nueva especie, la cual es considerada endémica para la cuenca.(Arce Hernández, 2004, p.258)

De acuerdo con (Ajiaco et al., 2002 citado en Arce Hernández 2004) se evidencia una gran disminución en las poblaciones del bagre rayado, lo que demuestra el enorme peligro en que se encuentra la especie, estando actualmente catalogada como especie en peligro crítico para la cuenca del Magdalena (p. 258)

Figura 7

Bagre Rayado



Nota. Fuente (Giraldo, 2019)

La especie Dorada, de nombre científico *Brycon sinuensis*, es un pez reofílico nativo del Río Sinú, tradicionalmente capturado y de importancia comercial, de los más afectados

por la construcción de la Represa de Urrá al interrumpírsele su migración aguas arriba de la presa (22). Al igual que otros miembros del género Brycon, es un alimento importante en Centro y Sur América, en donde muchas especies son de interés comercial en la pesquería de los ríos Suramericanos tras-andinos desde el norte de Per' hasta el sistema del Lago de Maracaibo en Venezuela. (Mercado Burgos, et al., 2016, p.204)

Su alimentación es variada, pues se clasifica como omnívora, consumiendo principalmente alimento alóctono, como frutas, semillas e insectos. Junto a otras especies como el bocachico, *Prochilodus magdalenae*, mojarra amarilla *Caquetaia kraussii*, mojarra negra *Petenia umbrifera* y cachama negra (*Colossoma macropomum*) es señalado como una especie promisoría para la piscicultura por su rápido crecimiento. (Mercado Burgos, et al., 2016, p.204)

Figura 8

La dorada (Sparus aurata)



Nota. Fuente (Natusfera, 2020)

Especies ornamentales

Además de la producción de peces que son destinados al consumo humano, también se comercializan especies ornamentales, generalmente para acuarios, debido al interés de las personas en decorar espacios como oficinas, hogares e incluso establecimientos con esta variedad acuícola que incluye especímenes coloridos y muy atractivos a la vista.

Por su parte, según Parada Guevara, et al. (2012) la piscicultura ornamental a nivel mundial ha ido incrementando los volúmenes de producción en países como Tailandia, Indonesia, Singapur, China, Malasia y Japón (Panné y Luchini, 2008), mientras que en Suramérica los reportes productivos no corresponden a prácticas de cultivo sino a pesca extractiva (Biotrade, 2012).(p.249)

Sin embargo, en Colombia la eficacia de estas prácticas ha tenido un débil desarrollo producto del desconocimiento de la biología y del manejo zootécnico adecuado de las especies ornamentales, a la dificultad para inducir la reproducción de algunas de ellas, por falta de adaptación a las condiciones de cautividad, así como a los altos estándares de calidad exigidos por el mercado internacional (Parada, 2010; Landines, 2001) (Parada Guevara, et al., 2012, p.249)

Pese a que casi la totalidad de ejemplares que se comercializan en Colombia provienen del medio natural, es escaso el conocimiento que se tiene de la dinámica de la actividad extractiva de pesca ornamental en el país, y en especial de los ríos de aguas negras de las

regiones de la Orinoquia y Amazonia que presentan una gran diversidad de especies y de donde provienen la mayor parte de ejemplares comercializados.(Mancera Rodríguez & Álvarez León, 2008, pp 4-5)

Algunas de las especies ornamentales de mayor interés debido a sus características y generalidades son:

Los bettas (*Betta splendens*) y los gouramis (*Trichogaster trichopterus* y *T. leeri*), que pertenecen al grupo de los peces anabántidos, apreciados por su color, vistosidad y tamaño de sus aletas. Son peces pequeños, alargados y de costados aplanados, con aletas largas y de colores iridiscentes (González, 2001; Landines, 2007), presentan dimorfismo sexual, siendo el macho más llamativo que la hembra, su tamaño comercial lo alcanza a los 4 cm.

Los gouramis se caracterizan por su cuerpo elíptico aplanado lateralmente, aletas pélvicas filiformes y aleta dorsal larga terminada en punta. El macho es más grande que la hembra. Los colores metalizados azulosos identifican a los *T. trichopterus* y los colores marrones rojizos en la base con iridiscencias blancas y violetas, además de una franja longitudinal semicortada que atraviesa el ojo, son características de los *T. leeri*.

Los escalares *Pterophyllum scalare*, pertenecen al grupo de los cíclidos, especies con formas llamativas y variedades cromáticas que se modifican con la edad, los cruces genéticos y las variaciones medioambientales. Estos peces son de cuerpo discoidal, con costados aplanados y altos, cabeza corta, región fronto-nasal cóncava y con boca

pequeña, aletas grandes y desarrolladas. Presentan dimorfismo sexual, siendo los machos más robustos que las hembras (Landines, 2007).(Parada Guevara, et al., 2012, pp 249-250).

Dentro de esta clasificación, se encuentran además las comúnmente conocidas rayas, del orden Myliobatiformes, pertenecientes a la familia Potamotrygonidae, provenientes de la cuenca del Magdalena, Caribe, Orinoco y Amazonas.(Ortega Lara, 2016)

Figura 9

Dasyatis pastinaca



Nota. Fuente (Asturnatura, s.f)

“De la familia Anostomidae, existen 15 variedades de peces que son clasificados como ornamentales, provienen de Magdalena, Atrato, Orinoco, Puerto Carreño y Puerto Gaitán”.(Ortega Lara, 2016)

Figura 10

Anostomus anostomus



Nota. Fuente (Elacuarista, 2012)

“Así mismo, de la familia Characidae, existen 8 variedades, del Amazonas, Buena Ventura, Cali, Puerto Gaitán, Inírida y Villavicencio.”(Ortega Lara, 2016)

Figura 11

Sardinita Coli Roja



Nota. Fuente. (NaturalistaCo, s.f)

Otra de las variedades de especies que es muy apetecida en los acuarios es el conocido comúnmente como Pez Payaso, de nombre científico Amphiprioninae de la familia de los peces doncella.

Se caracteriza por sus intensos colores: rojo, naranja o rosa, y blanco. Su origen lo podemos encontrar en los arrecifes de coral del Indopacífico. Su vida se desarrolla conjuntamente con las anémonas -teóricamente una especie depredadora-, de la que obtiene una protección frente a posibles depredadores. A cambio, el pez payaso ofrece la posibilidad de ingerir las sustancias perjudiciales para la anémona.

Fácil de obtener, es un pez de mantenimiento sencillo, todas sus variedades constituyen una buena opción para acuarios. Se trata de una especie carnívora, de sencilla alimentación en cautividad, que necesita un ligero aporte vegetal en su dieta.

(AQUAFLASH , 2009, pp 2-3)

Figura 12

Pez Payaso



Nota. Fuente (Sanchez Montilla, 2020)

Bajo el nombre científico: *Carassius auratus*, se encuentran una de las especies más usadas con fines ornamentales, se trata de las Bailarinas, o pez de cola velo, llamada así por sus movimientos al nadar lentamente y a las características de su cola.

De origen Chino, con una longitud comúnmente 10 cm, pero puede variar el tamaño según la variedad de pez o el tamaño del acuario. Pertenece a la familia de los Ciprínidos, también llamados Carpas. Son peces pacíficos, se consideran uno de los peces más sociables, por lo general suelen ser atacados por los otros peces. (Ispez2017, 2022)

Figura 13

Pez Dorado



Nota. Fuente (Ispez2017, 2022)

Finalmente, una de las especies ornamentales que más se encuentran en los acuarios son:

Los *Poecilia reticulata*, más conocidos como Guppy, Millions ish (pez millón), Lebiste, especie: *Reticulata*. Es un pez muy pacífico y considerado como uno de los peces más fáciles para principiantes y de fácil reproducción, presenta dimorfismo sexual, pues el

macho tiene mucho más colorido que la hembra, la aleta anal plegada en forma de tubo en los machos se convierte en órgano sexual llamado gonopodio, aproximadamente al mes o mes y medio de edad. La hembra con muy poco color y caudal presenta en la parte anal una mancha más o menos oscura dependiendo de su color de base y más dilatada según su estado de gestación.

El sistema digestivo de los guppys es muy peculiar, su boca está ligeramente curvada hacia arriba, lo que le delata que es un pez que come de la superficie, posee dientes en la mandíbula inferior y superior llegando a poder cortar la comida en pequeños trocitos, posee un tracto digestivo muy corto desde que el alimento es digerido hasta ser transformado en heces no sobrepasa los 20 minutos. (Ismael, s.f, p.5)

El mundo Guppy

A pesar de su pequeño tamaño, es muy apreciado en acuarios por sus características morfológicas, sobre todo en el caso del macho.

Figura 14

Pez Guppy



Nota. Fuente (zooplus, s.f)

1.1.3 Alimentación

Uno de los factores primordiales en para especies de peces y crustáceos, es sin duda la alimentación, toda vez que de ella depende la supervivencia de estas. Por ello, esta variable ha sido objeto de estudio en las áreas de la acuicultura.

Por lo general, las especies que se encuentran en su habitat natural, se nutren a base de los alimentos que les provee el ambiente, a pesar de la disminución del mismo por causa de la contaminación. “En el caso de especies cultivadas, depende de dietas comerciales que satisfagan sus requerimientos nutricionales y aseguren un crecimiento óptimo”(Alliot, y otros, s.f, p.7)

Nutrición

La ciencia de la nutrición y alimentación acuícola está comprometida con el suministro de esos nutrientes en la dieta de los peces o camarones, tanto de una manera directa, en forma de un alimento “artificial” exógeno, o indirectamente a través del incremento en la producción de alimento vivo natural dentro del cuerpo de agua, en el cual los peces o camarones estén siendo cultivados.

El papel crucial representado por los organismos que constituyen el alimento vivo natural, en la nutrición de peces y camarones mantenidos bajo sistemas de cultivo extensivo y semiintensivo en estanques, contrasta marcadamente con los sistemas de explotación intensivo, donde la densidad de siembra es tal, que el alimento natural representa un papel mínimo, si es que lo tiene, en la nutrición de las especies cultivadas.(Tacon, s.f)

Así mismo, es fundamental que en la dieta de las especies se encuentren ciertos nutrientes básicos para su desarrollo, dentro de los que se encuentran: las proteínas y los aminoácidos.

Las proteínas están consideradas como el constituyente más importante de cualquier célula viviente y representan el grupo químico más abundante en el cuerpo de los animales, con excepción del agua; en promedio, el cadáver del pez contiene 75% de agua, 16% de proteína, 6% de lípidos y 3% de cenizas. Las proteínas son componentes esenciales tanto del núcleo celular como del protoplasma celular y por lo tanto constituyen el grueso del tejido muscular, órganos internos, cerebro, nervios y piel.(Tacon, s.f)

La función de las proteínas en las especies piscícolas y crustáceos es fundamental, gracias a sus altos aportes nutricionales. Suelen clasificarse en tres grupos.

Proteínas fibrosas. Son aquellas proteínas animales insolubles, que generalmente son muy resistentes al desdoblamiento enzimático digestivo. Las proteínas fibrosas existen como cadenas filamentosas alargadas. Ejemplos de proteínas fibrosas incluyen el colágeno (principal proteína del tejido conectivo), la elastina (presente en los tejidos elásticos, tales como arterias y tendones), y la queratina (presente en el pelo, uñas, lana y pezuñas de mamíferos).

Proteínas globulares. Incluyen todas las enzimas, antígenos y proteínas hormonales. Las proteínas globulares, a su vez se subdividen en albúminas (proteínas solubles al agua coagulables con calor, se les encuentra en el huevo, leche, sangre y en

muchos vegetales); las globulinas (insolubles o escasamente solubles en agua, están presentes en el huevo, leche, sangre y sirven como principal reserva proteínica en las semillas de vegetales); e histonas (proteínas básicas, de bajo peso molecular, solubles al agua, se les encuentra en el núcleo celular, asociadas con el ácido desoxirribonucleico-ADN).

Proteínas conjugadas. Son proteínas que, al ser hidrolizadas, dan lugar a grupos no proteínicos y aminoácidos. Algunos ejemplos, incluyen las fosfoproteínas (la caseína de la leche, fosvitina de la yema del huevo), glicoproteínas (secreciones mucosas), lipoproteínas (membranas celulares), cromoproteínas (hemoglobina, hemocianina, citocromo, flavoproteínas), y nucleoproteínas (combinación de proteínas con ácidos nucleicos, presentes en el núcleo celular).(Tacon, s.f)

En cuanto a los aminoácidos se caracterizan por tener un grupo carboxilo (-COOH) ácido y un grupo nitrogenado básico, los aminoácidos son anfotéricos (es decir que poseen propiedades tanto ácidas como básicas) y consecuentemente actúan como amortiguadores o “Buffers” de los cambios en el pH. (Tacon, s.f)

Cabe destacar, que la temperatura del agua y su salinidad, pueden influir en las necesidades y requerimientos de alimentación de las especies, lo que se evidencia a través de estudios científico, donde se constató que, por ejemplo, Según Tacon (s.f)“se registró un incremento en los requerimientos proteínicos para los juveniles de lobina rayada (**Morone**

saxatilis) de 47% a 55%, cuando la temperatura del agua aumentó de 20.5°C a 24.5°C (Millikin, 1983)".

1.2 Sistemas de producción acuícolas

Para su eficiente desarrollo, los sistemas de producción acuícolas vienen incorporando tecnologías, fortaleciendo su infraestructura e innovando, con miras a atender la demanda de especies de esta denominación. Por tanto, los sistemas de producción se clasifican en: extensivos, semi-intensivos, intensivos y cerrados.

En tal sentido, la visión de la actividad acuícola como un sistema surge de la necesidad de incorporar el conocimiento de la fisiología, conducta y requerimientos del organismo cultivado, el de las propiedades locales y regionales del ámbito en el que este se desarrolla y la compatibilidad que se necesita entre ambos para lograr un sistema acuícola, exitoso y sostenible.(SISTEMAS ACUÍCOLAS, s.f, p.4)

El extensivo, se caracteriza por el disminuido uso de tecnología, incorporando sistemas de alimentación natural, bajas cargas por m² y un tiempo más largo de cosecha.

Es un cultivo no controlado es decir que está sujeto a las variaciones climáticas y al tipo suelo y calidad del agua y también interviene la explotación que se realiza del agua. Se práctica en grandes cuerpos de agua. Se utiliza el modo de producción de policultivo (con varias especies), para aprovechar todo el alimento presente en el agua (columna de agua y el fondo).(El productor, 2017)

Se utilizan principalmente para resiembra en embalses (presas, jagueyes, lagos, lagunas e incluso ríos) o en estanques rústicos de tierra, su manejo se centra únicamente en la siembra y cosecha de organismos, el alimento está dado por la producción natural del agua que forma la cadena alimenticia (fitoplancton, zooplancton, crustáceos, moluscos, peces, insectos etc.)(Fragoso Cervón & Auró de Ocampo, s.f)

En estas explotaciones se pueden cultivar una, dos o más especies acuáticas por ejemplo diferentes carpas, peces con crustáceos (tilapia, langostino), o se puede cultivar animales acuáticos con terrestre como es el caso de de peces con patos, vacas o cerdos o peces y vegetales como hortalizas.(Fragoso Cervón & Auró de Ocampo, s.f)

En cuanto al semi intensivo, comienza con un recambio de agua, suplementación de la alimentación con alimentos concentrados o de tipo natural. Su carga es mayor en comparación con los cultivos extensivos y se ejecuta un control periódico del crecimiento de los animales.

El cultivo semi-intensivo permite obtener rendimientos superiores a 2 Tm/há/año en micropresas y estanques, a partir de siembras en el modo del policultivo es decir, la siembra de varias especies, con modos de alimentación diferentes y se incrementa la base alimenticia natural mediante el aporte de nutrientes que ofrecen los fertilizantes. Este sistema de cultivo se practica en los embalses denominados micropresas, tranques y en estanques de tierra mayoritariamente.(El productor, 2017)

Las explotaciones simi-intensivas se llevan a cabo en estanques rústicas de tierra o de tierra con paredes de cemento, su tamaño es mediano (de 250 metros cuadrados a una hectárea), en donde la densidad de organismos es media, llegando a tener de 1 a 10 peces

por metro cúbico, estos organismos se alimentan parcialmente del alimento natural del agua complementándose con alimento balanceado, diciéndose teóricamente que el 50 % de sus necesidades nutricionales son cubiertas con alimento natural y el 50 % restante del alimento balanceado.(Fragoso Cervón & Auró de Ocampo, s.f)

Los sistemas intensivos están enfocados a la alta productividad, el recambio de agua se hace casi en su totalidad en 24 horas, la alimentación es a base de concentrados que miden parámetros fisicoquímicos del agua y un control semanal del crecimiento de los animales. Así mismo, la capacidad de biomasa por m² es mayor que en los sistemas extensivos y semi-intensivos.

Este sistema de cultivo se caracteriza por las altas densidades, encontrando hasta 50 Kg. de peces por metro cúbico, para poder soportar esta densidad se requiere muy buen manejo y un control estricto de las características del agua, lo que se consigue con estanques pequeño casi siempre de cemento de volumen estable o canales de flujo rápido "race ways".(Fragoso Cervón & Auró de Ocampo, s.f)

De esta manera, aplicando sistemas y técnicas acuícolas, la producción se convierte en renglón importante para la producción final de alimento proteico para la población, satisfaciendo sus necesidades actuales en constante crecimiento. Su intensidad y por ende sus resultados, depende de la especie, las condiciones que tenemos socioambientales y los recursos disponibles para el cultivo. (El productor, 2017)

Los sistemas cerrados cuentan con un amplio componente tecnológico y de innovación, control de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua de forma diaria. La capacidad de carga de los estanques es de más de 100 peces por m³.

En este caso se emplea la recirculación de agua, ofrecen un ambiente más eficiente y controlado para los peces. Los costos no son elevados y proporcionan buenos dividendos. En estos sistemas el agua de desperdicio cargada con subproductos metabólicos de los peces y /o mariscos, se recicla con purificación biológica y física, reutilizándola en más de un 90 %.(Hernández Barraza, et al., 2009)

La disminución de la pureza del agua, ha puesto el objetivo en una acuicultura de alta densidad de cultivo, con la reutilización de aquella, utilizando sistemas cerrados de recirculación. Aunque estas tecnologías son más costosas que las tradicionales, las altas rentabilidades potenciales han captado la atención de nuevos productores y han hecho atractivos los cultivos altamente intensivos.(Bavera , 2018)

Los principales procesos utilizados en los tratamientos a efectuar en este tipo de sistema, son: Utilización de filtros (cribas o tamices mecánicos); Sedimentación; Filtración media granular; Filtración biológica; Aireación y Desinfección.(Bavera , 2018)

Capítulo 2: Identificación de los criterios para evaluar el bienestar en sistemas de producción acuícola

El Bienestar Animal es un aspecto zootécnico que ha generado posiciones contradictorias, pues si bien es cierto, para algunos productores los animales solo necesitan comida y un lugar para habitar, sin tener en cuenta las variables sanitarias que influyen en su desarrollo y la idoneidad de sus condiciones. Por su parte, para otros brindar confort contribuye al desarrollo del animal, otorga grandes beneficios, y un mayor nivel de eficacia a nivel de sistemas de producción.

En este sentido, son cuatro los parámetros establecidos para medir el Bienestar Animal: Alimentación, estado sanitario, comportamiento y alojamiento, las cuales por supuesto cobijan a las especies acuícolas.

Según Prada Álvarez & Lemus Portillo (2021) Los peces criados bajo sistemas de producción que se encuentren en excelentes condiciones, tanto que se puede llegar a considerar como un animal “feliz”, adquieren un mejor desempeño productivo en cuando a términos de crecimiento con una mayor eficiencia en la conversión de alimento y una menor pérdida de animales lo que da como resultado una ganancia económica para el productor (Bravo, 2019).

De acuerdo con (Mancera y Martín, 2005, citado en Álvarez & Lemus Portillo 2021), “el animal está en perfecta armonía con el ambiente que le rodea, pero puede variar entre individuos, ya que un animal no se encuentra en el mismo estado de bienestar todo el tiempo.” Por tanto, se

debe considerar y adaptar los protocolos de cuidado, dependiendo la etapa productiva en la que se encuentre el animal.

Cuando las especies piscícolas y crustáceos son cultivados, los productores deben tener en cuenta su bienestar y la generación de acciones que favorezcan su implementación oportuna, en beneficio de la acuicultura. Según (Ellis et al. (2004) como se citó en Vásquez Gamboa, s.f) se ha considerado el respeto al bienestar cuando se cumplen las cinco “libertades” propuestas por el órgano consultivo de la Unión Europea para asuntos sobre bienestar animal Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1996), siendo estas:

- 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 sufrimiento de los animales es un aspecto fundamental para su bienestar, ya que si estos llegan a sufrir algún dolor se vería afectado uno de los cuatro principios, ya establecidos el de buena salud, hay que garantizar un buen BA no solo por las razones éticas, sino también porque muchos de los problemas de bienestar son al mismo tiempo problemas productivos o sanitarios (Manteca, 2012).(Brito Sierra , s.f)

Pues animales en buenas condiciones, favorecen la productividad, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos disponibles para ellos.

Desde este enfoque, al hablar de B.A, se hace referencia a generar unas condiciones específicas, de acuerdo a la especie, que le ayuden a enfrentar los factores que se presentan en el ambiente y en la manipulación diaria, pudiendo así mantener en óptimas condiciones y salud y producción, Hoyos-Patiño, J. F., et al., (2020).(Brito Sierra , s.f)

Finalmente, es importante considerar que “los indicadores del bienestar en especies acuáticas implican una revisión de la salud y lesiones; el crecimiento, comportamiento y otros factores de desempeño; la captura, alimentación, manipulación, gestión, transporte, sacrificio humanitario y otras condiciones que no se encuentran en la naturaleza; y los factores ambientales u otros factores de estrés pueden afectar negativamente la producción y el rendimiento” (Martínez, Peraza, Sarabia & Rodríguez, 2016).(Brito Sierra , s.f)

2.1. Indicadores fisiológicos

Cuando se habla de los indicadores fisiológicos, se hace referencia a las características fisiológicas de las diferentes especies acuícolas, en relación con las condiciones ambientales del entorno en el que viven.

Pues como lo expone Rodríguez de Vera(2017) todos los organismos, los peces requieren una buena comunicación entre sus sistemas inmune, nervioso y endocrino para responder a los cambios en su ambiente. Así se comprueba la existencia de un importante número de interconexiones, constituyendo una compleja red de transmisores entre los tres sistemas (Tort, et al. 1998)

Sin duda alguna, uno de los factores que puede provocar alteraciones a nivel fisiológico es el estrés, toda vez que:

Los factores de estrés percibidos pueden evocar respuestas no específicas en los peces, que se consideran adaptables porque permiten al pez hacer frente a la perturbación y mantener su estado homeostático. Sin embargo, si el agente estresante es excesivamente severo o duradero hasta el punto de que el pez no es capaz de recuperar la homeostasis, entonces las propias respuestas pueden volverse no adaptativas y amenazar su salud y bienestar.(Rodríguez de Vera, 2017)

El estrés hace referencia a una situación en la que 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.(Rodríguez de Vera, 2017)

En este caso concreto, se identifican dos tipos de estrés, de acuerdo con sus características y duración. El estrés agudo, que involucra rápidos y altos niveles de secreciones de esteroides, a los que sigue una recuperación a las pocas horas de la inducción, reduciéndose así la energía empleada durante estos episodios; y el estrés crónico, con el que hacemos referencia a agentes estresantes que permanecen en el tiempo.(Rodríguez de Vera, 2017) Siendo este último muy perjudicial, pues podría desencadenar en una alteración permanente de los sistemas fisiológicos de la especie, reduciendo su nivel de adaptación y poniendo en peligro su subsistencia.

Dentro de los detonantes del estrés en especies acuícolas se encuentran: el estrés nutricional, traumático, químico, social, oxidativo y térmico.

Allí radica la relevancia, de medir las modificaciones fisiológicas, identificar los agentes estresantes, su nivel de incidencia en la especie y generar procedimientos para mitigarlos, teniendo como base el BA.

Las mediciones y registros de los parámetros de estrés, se hacen mediante indicadores, que establecen el tipo de respuesta por parte del animal. “Entre ellos encontramos indicadores neuroendocrinos como la adrenalina y el cortisol que son los causantes de cambios casi inmediatos a nivel cardiovascular y metabólico. El cortisol está más relacionado con estresantes crónicos, como parte final del eje HPI (Barrandica, 2008)”(Rodríguez de Vera, 2017)

La existencia de dichas alteraciones fisiológicas ha incentivado el estudio y desarrollo de investigaciones, orientadas a atender las necesidades de la acuicultura frente a factores de estrés, encontrando algunas alternativas eficaces

Rodríguez de Vera (2017) expone como alternativas el uso de suplementos alimenticios entre los cuales se encuentran las hormonas, los antibióticos y algunas sales, pero su uso indiscriminado puede ocasionar efectos adversos al animal como: alteraciones hormonales, intoxicación y predisposición a enfermedades (Irianto y Austin, 2002). Una estrategia muy interesante se enfoca al empleo de probióticos (Gatesoupe, 2008). Estos pueden definirse como microorganismos que administrados en la dieta promueven el bienestar de los organismos cultivados por medio de la estimulación del sistema inmune, así como del establecimiento del balance microbiano intestinal mediante la exclusión de microorganismos potencialmente patógenos (Lara et al., 2003).

2.2 Indicadores nutricionales

La alimentación es uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta en las producciones acuícolas con parámetros de Bienestar Animal, pues esta contribuye a mantener el buen estado físico y la productividad en los peces y crustáceos; por ello, se debe considerar brindar la nutrición adecuada dependiendo la etapa en la cual se encuentre la especie, aportándoles los alimentos necesarios para su desarrollo.

El alimento y los costos de alimentación, generalmente constituyen la fracción más significativa dentro de los costos de operación en las empresas dedicadas al cultivo de organismos acuáticos a nivel semi-intensivo e intensivo. Pues el desarrollo de un régimen de alimentación de este tipo para peces o camarones, primeramente requiere del entendimiento básico de la nutrición así como de los requerimientos nutricionales de los animales. Con excepción del agua y la energía, los requerimientos nutricionales en la dieta de todas las especies acuáticas cultivadas, se pueden considerar bajo cinco diferentes grupos de nutrientes: proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales.(Tacon, s.f)

La dieta de las especies acuícolas está basada en los nutrientes que peces y camarones extraen de los alimentos, que pueden ser a través del alimento natural o del exógeno.

Bajo la perspectiva del Bienestar Animal, se debe proveer a las especies cultivadas las cantidades suficientes del alimento que por su contenido nutricional aporten a su correcto

desarrollo, contemplando la calidad del producto suministrado, en el caso de concentrados por ejemplo.

Así mismo, es fundamental determinar los índices de ingesta para la especie, su nivel de saciedad y apetito, toda vez que esto permitirá además establecer la salud del pez, incide en su desarrollo, pero además hace parte de uno de los indicadores de bienestar del animal. De igual manera, influye en la rentabilidad del sistema de producción.

“De acuerdo con Knights (1985), el proceso de alimentación en especies acuícolas involucra las siguientes etapas: Apetito, despertar y búsqueda, localización e identificación, captura, manipulación orobranquial y prueba, ingestión o rechazo y finalmente, saciedad.”

(Alliot, et al., s.f, p.2)

2.3 Indicadores Sanitarios

En función de suministrar bienestar animal para las especies acuícolas, es preciso brindarles adecuadas condiciones del agua, temperatura y una correcta gestión de atención y manejo de enfermedades, en contextos bioseguros.

Los peces y crustáceos, como cualquier organismo vivo, son susceptibles a enfermedades por parte de patógenos, ya sea en su ambiente natural, o cuando son cultivados, de allí la relevancia de aplicar protocolos para controlar la situación y suministrar a la especie los cuidados requeridos como darle oportuno tratamiento y evitar su muerte.

Los agentes patógenos, al igual que otras causas originadas en un mal manejo del cultivo, son responsables de mortalidad. En las granjas piscícolas, las enfermedades en la mayoría de los casos, están asociadas a prácticas sub-óptimas que generan stress en los organismos; ya sea de tipo nutricional, ambiental o social (densidad de cultivo); es decir, malas prácticas de manejo. (Balbuena Rivarola, 2011)

En este caso, las enfermedades pueden tener su origen en causas biológicas, fisicoquímicas, nutricionales y denso- dependientes. (Balbuena Rivarola, 2011)

En espacios donde se da el cultivo de estas especies, las enfermedades se presentan por la interacción de variables ambientales, presencia de agentes patógenos y condiciones sub-óptimas tanto nutricionales como inmunológicas de los organismos en cultivo. En dicho ambiente, los peces cohabitan o están infectados de numerosos agentes patógenos sin generarle la enfermedad, esta situación se establece por un equilibrio entre la resistencia del huésped (pez) y la virulencia del agente patógeno (nocivo). Dicha condición se rompe, cuando existen factores de estrés suficientemente importante, para que el animal enferme. (Balbuena Rivarola, 2011)

Por tanto, es necesario, brindar a las especies en cultivo el mayor bienestar animal posible en materia de alimentación y sanidad, buscando mantener además el control de factores estresantes, con la finalidad de establecer un equilibrio para los organismos acuícolas, que evite la proliferación de enfermedades.

En caso de observarse alguna anomalía, o la presencia de patógenos en las especies en cosecha, se debe seguir un protocolo oportuno de manejo. Se recomienda la observación del comportamiento y contactarse lo antes posible con un especialista o su extensionista.

Otro aspecto a considerar, son los datos obtenidos sobre el manejo de los factores ambientales, teniendo en cuenta la importancia que representan como detonante de la aparición de enfermedades en los estanques de producción, por lo que el control y seguimiento de los parámetros físico – químicos que el piscicultor realice en los estanques dará la pauta de la influencia de este factor en la aparición de las enfermedades.(Balbuena Rivarola, 2011)

En lo que respecta al sector de crustáceos, según el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)(2022)se identifican las siguientes enfermedades principalmente, listadas por la Organización mundial para la Sanidad Animal-OIE:

1. Infección por el virus del síndrome de Taura -TSV
2. Infección por el virus del síndrome de las manchas blancas-WSSV
3. Infección por el virus de la cabeza amarilla genotipo 1-YHV
4. Infección por el virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa- IHHNV
5. Hepatopancreatitis necrotizante-NHP.
6. Infección por el virus de la Mionecrosis infecciosa -MNV
7. Enfermedad de la necrosis hepatopancreática aguda
8. Infección por *Hepatobacter penaei* (Hepatopancreatitis necrotizante)

Una de las mejores alternativas para mitigar esta problemática acuícola, relacionada con afectaciones en materia sanitaria, es la bioseguridad

La bioseguridad implica que implica identificación, priorización e implementación de estrategias eficaces y necesarias para prevenir la introducción, proliferación y propagación de patógenos, así como factores que afecten a la producción acuícola. Los planes de bioseguridad deben presentarse en formato escrito para asegurar coherencia en la comunicación y en la implementación de los procedimientos y protocolos determinados por el establecimiento.(Gobierno de México, 2019)

2.4 Indicadores de Comportamiento

Aunque esta es un área poco investigada en el sector acuícola, este indicador evalúa que las especies piscícolas y crustáceos se comporten de manera normal, es decir gocen de un estado físico y emocional óptimo, en equilibrio. Así mismo, que su conducta esté dentro de los parámetros normales, y se genere una interacción con los de su especie como la común en su entorno natural.

Algunos de las principales modificaciones de las especies acuícolas se deben a alteraciones en el agua, como su temperatura y ph, pero también debido a enfermedades provocadas por patógenos, “presentando alteraciones del comportamiento que afectan principalmente a las funciones de relación y de nutrición, las primeras trastornan el equilibrio estático o locomotor, el mimetismo, el dinamismo del animal que oscila entre la hiperexcitabilidad y la postración”.(Conopezca, 2001)

2.5 Indicadores de confort ambiental

Los indicadores de bienestar animal usados en la acuicultura varían según la especie y el sistema de producción, sin embargo, el proceso de identificación de indicadores se inicia con una lista de medidas u observaciones que se llevan a cabo habitualmente en la instalación. Esto incluye las medidas de temperatura, oxígeno, salinidad, pH del agua, densidad animal, así como otros aspectos relacionados con el control de predadores, el tipo de pienso suministrado, el índice de conversión, el comportamiento alimentario de los peces, o el índice de mortalidad. (Villarroel, 2012)

Por razones relacionadas con la ética, con la seguridad alimentaria y/o la economía, tanto los consumidores como los productores y la administración, quieren saber si los peces se manejan adecuadamente (alojamiento y alimentación adecuada) y si están sanos (mentalmente y físicamente). Siguiendo la pauta marcada por investigadores en temas relacionados con el bienestar animal de animales terrestres, se usan indicadores de bienestar animal relacionados con las instalaciones, el manejo y los peces mismos.(Villarroel, 2012)

Capítulo 3. Caracterización de la normativa vigente para la regulación del bienestar acuícola en Colombia.

Producto de los avances investigativos en materia de bienestar animal, en cada país existe una normativa que sirve de guía para determinar los estándares y bienestar animal, en el caso de Colombia, se cuenta con el Manual de Bienestar Animal, emitido por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el cual contempla a las especies de producción, incluyendo la Acuícola, la cual en su Artículo 2, se refiere al ámbito de aplicación en este caso, “para todas las personas naturales y jurídicas propietarias, poseedoras o tenedoras de predios de producción de las especies Bovina, Bufalina, Aves de corral y Animales Acuáticos.”(Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020)

Así mismo, en su artículo 3, hace referencia a la necesidad de contar con capacitación por parte de las personas que posean producciones pecuarias, buscando garantizar que cuenten con la preparación y formación necesaria para el cumplimiento de los parámetros de Bienestar.(Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020)

En este sentido, en el párrafo 1 se señala que:

El Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, deberá establecer el contenido temático del curso de capacitación y su intensidad horaria en un plazo máximo de seis (06) meses, contados a partir de la entrada en vigencia de la presente resolución; para ello podrá coordinar con las instituciones de educación superior, Agrosavia, el gremio que reúna las condiciones de representatividad nacional, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas (ACOVEZ), la

Asociación Nacional de Médicos Veterinarios de Colombia (AMEVEC) y la Asociación Nacional de Zootecnistas (ANZOO).(Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020)

Esto con la finalidad de generar una formación y certificación del personal por parte de entidades reconocidas y avaladas en el país. A su vez, la cualificación deberá ser liderada por un zootecnista, con conocimiento específico de la especie, en este caso específico en manejo y bienestar acuícola.

De igual manera, el párrafo 3 establece que el curso de capacitación se deberá realizar de manera presencial o virtual, bajo la modalidad teórica o teórica-práctica. La certificación del curso tendrá una vigencia de cinco (5) años, luego del cual el titular deberá tomar un nuevo curso de actualización.(Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2020, Artículo 3).

En este sentido, de acuerdo con la Resolución 000253 del 2020 por la cual se establece el Manual de condiciones de bienestar animal propias de cada una de las especies de producción del sector agropecuario; bovina, bufalina, aves de corral y animales acuáticos, se entiende por Bienestar Animal la forma en la que un animal afronta las condiciones de su entorno, entendiendo que un animal está en buenas condiciones de bienestar si está sano, cómodo, bien alimentado, seguro, pudiendo expresar formas innatas de comportamiento, y si no padece sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego. (Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020)

Por tanto, a través del manual se busca reglamentar los parámetros que favorezcan el Bienestar Animal, en pro de mejorar las condiciones de estos y salvaguardar su integridad y confort, contemplando además su beneficio y consistencia.

Dentro de las definiciones generales el Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural(2020) contempla:

- Beneficio de Animales: Conjunto de actividades que comprenden el sacrificio y faenado de animales para consumo humano.
- Confort: Es todo aquello que produce bienestar y comodidad; el confort puede estar dado por algún objeto físico, o por alguna circunstancia ambiental o sensación perceptible (la temperatura apropiada, el silencio, la sensación de seguridad).
- Consciencia: Capacidad de los animales de tener experiencias positivas y negativas.
- Estrés: El estrés animal representa un mecanismo fisiológico de defensa del organismo frente a situaciones que requieren adaptabilidad del mismo.
- Estrés Térmico: Condición en la que un animal no es capaz de mantener su homeostasis a través de mecanismos regulatorios.
- Hábitat: Lugar específico ocupado por un organismo con condiciones ambientales determinadas que satisfacen los requerimientos de ese organismo, una población o una comunidad.

- Sacrificio Humanitario: Acto de inducir la muerte usando un método que ocasione una pérdida rápida e irreversible de la consciencia, con un mínimo de dolor y angustia para el animal.

La Resolución 000253 del 2020 en el capítulo II está dedicado al bienestar específico de animales acuáticos, dentro de los cuales se incluyen: “peces, moluscos y crustáceos (huevos y gametos inclusive) en cualquiera de sus fases viables de desarrollo, procedentes de establecimientos de acuicultura o del medio ambiente natural.”(Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2020)

Las instalaciones para el Bienestar Animal dispuestas según el manual, debe contar con ambientes confortables, a la temperatura adecuada para cada especie, protegido de depredadores y libres de aguas contaminadas con biológicos, químicos o sólidos en suspensión.

Además, garantizar el confort de la producción; evitar la competencia por alimentos, manteniendo animales en el mismo rango de peso, manteniendo una alimentación necesaria y equilibrada, que posibilite su correcto suministro.

“De igual manera, se establece que la densidad (animales/m²) o carga (kg/m³) debe estar ligada a la disponibilidad de oxígeno (O₂) y a los requerimientos de la especie que asegure su adecuado desarrollo”.

En cuanto a las condiciones de sanidad en el Manual de condiciones de bienestar animal se reglamenta que:

Los animales acuáticos deben estar incluidos en los programas oficiales de prevención, control y erradicación de enfermedades establecidos por el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.

2. Para aquellas enfermedades sin programas oficiales, cada predio debe poseer un plan sanitario que incluya prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades más frecuentes en la zona, de acuerdo con lo establecido en la Resolución ICA No. 20186 de 2016 o aquella que la modifique o reemplace.

3. El manejo, tratamiento y disposición final de las mortalidades, debe desarrollarse de acuerdo con lo establecido por la Autoridad Ambiental, con el fin de reducir la transmisión de patógenos a los demás animales del cultivo, a otros establecimientos de acuicultura o al medio natural. (Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020)

En cuanto al manejo animal se deben incluir las buenas prácticas dispuestas por la Organización Mundial de la Sanidad Animal, evitando generar incomodidades o posible estrés, que reduzcan su desarrollo.

Manejar oportunamente los posibles casos de enfermedades o daños físicos, analizando cambios físicos y brindar tratamiento oportuno, en los casos identificados.

Al momento de realizar traslados entre estanques, se deben asegurar las normas de bioseguridad, evitando la contaminación cruzada, además de un manejo cuidadoso, que no cause heridas o maltrato a las especies acuícolas, conservando su buen estado físico y mental.

Contar con equipos e instalaciones óptimos que permitan la manipulación del animal, sin causar lesiones o estrés por periodos prolongados.

En lo que a buenas prácticas en el uso de medicamentos el Manual de condiciones de bienestar animal, señala:

1. Utilizar únicamente insumos veterinarios con registro ICA autorizados para las especies animales acuáticas.
2. No podrán emplearse medicamentos cuya fecha de expiración se encuentre vencida.
3. No utilizar sustancias prohibidas por el ICA.
4. Los tratamientos que incluyan antimicrobianos, relajantes musculares, medicamentos de control especial, anestésicos y hormonales, deben administrarse cuando sea estrictamente necesario y en todo caso siguiendo lo consignado en la prescripción realizada por un Médico Veterinario o un Médico Veterinario Zootecnista con matrícula profesional vigente.
5. Cumplir con el tiempo de retiro consignado en el rotulado del producto. (Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020)

Por otra parte, incluye una sección específica para las situaciones en las que podrá practicarse la eutanasia.

En este caso, los animales acuáticos objeto de sacrificio son aquellos que no muestran signos de mejoría, que presentan una mínima posibilidad de recuperación después de un tratamiento médico veterinario o que están severamente lastimados e inmóviles y no tengan posibilidades de recuperarse.

También son objeto de sacrificio los animales acuáticos que deban eliminarse como parte de un programa de control oficial o por catástrofes naturales que los afecte. (Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020)

En caso de cumplir con las estipulaciones para aplicación de la eutanasia animal, se deben seguir algunos parámetros señalados en Resolución 000253 del 2020 por la cual se establece el Manual de condiciones de bienestar animal propias de cada una de las especies de producción del sector agropecuario; bovina, bufalina, aves de corral y animales acuáticos:

Todo el personal que participe en el sacrificio humanitario de los animales acuáticos deberá tener la destreza y la competencia necesarias, las cuales podrán adquirirse por medio de una formación oficial y/o de experiencia práctica.

Los procedimientos de sacrificio deberán adaptarse a las circunstancias específicas y tener en cuenta, aparte del bienestar de los animales acuáticos, la ética, el costo del método, la seguridad de los operadores y la bioseguridad.

Se llevará a cabo con la mayor rapidez posible y seguir cuidando normalmente a los animales hasta su muerte.

Se seguirán los métodos de sacrificio humanitarios establecidos por la OIE en el Código sanitario de animales acuáticos.

Los productos derivados del sacrificio humanitario no podrán ser destinados para consumo humano.

Así mismo, es necesario que los productores establezcan programas preventivos para impedir posibles desabastecimientos del recurso hídrico y alimenticio y de esta manera, sortear emergencias que puedan presentarse.

Con base en lo anterior se puede concluir que el bienestar animal en nuestro país tiene en cuenta estándares regulados para asegurar el confort en las producciones acuáticas y este tema de interés zootécnico, cada vez cobra más relevancia, más aún cuando se continúan desarrollando investigaciones que han permitido establecer que los animales requieren de ciertas condiciones de nutrición, sanidad, confort y fisiológicas para su correcto desarrollo. En la medida que se cumplan con los parámetros de bienestar animal, se garantizan condiciones y se aumenta la productividad, generando grandes beneficios.

Es necesario seguir a la vanguardia tecnológica a favor de proporcionar los mejores indicadores de calidad en las diferentes variables.

De igual manera, se evidencia la necesidad que se ejerza control a las producciones, para verificar que se cumpla con la normativa de nuestro país.

En este sentido, se evidencia la necesidad de proporcionar a las especies acuícolas que hacen parte de explotaciones agrícolas, todos criterios y variables que posibiliten su bienestar.

Referencias

- Aguirre Guzmán, G., & López Acevedo, E. (2020). Presencia del camarón tigre gigante *Penaeus monodon*. (*Decapoda: Penaeidae*) en las costas del Atlántico Americano. *Revisión*, 90-99. <https://www.scielo.cl/pdf/revbiolmar/v55n2/0718-1957-revbiolmar-55-02-90.pdf>
- Alliot, E., Ceccaldi, H., Celada, J., Cuenca, M., Echevarria, G., Benito Fernandez, R., . . . Zamora Navarro, S. (s.f). *Nutrición en Acuicultura I*. FEUGA. https://observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros//nutricion_1.pdf
- AQUAFLASH . (2009). *Pez Payaso*. <http://aquaflash.blogspot.com/2009/06/41-el-pez-payaso-en-el-acuario.html>
- Aquahoy. (1 de Marzo de 2018). GUÍA PARA LA RECOLECCIÓN DE LA HIPÓFISIS DE LA CACHAMA NEGRA [Fotografía]. *Piracurú*. https://www.acuicultura.co/publicaciones/detalle/guia_para_la_recoleccion_de_la_hipofisis_de_la_cachama_negra
- Arce Hernández, M. (2004). EVALUACIÓN DEL ESTADO DE POBLACIONES DE BAGRE RAYADO PSEUDOPLATYSTOMA MAGDALENIATUM EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MAGDALENA DURANTE LA TEMPORADA DE SUBIENDA DEL 2004. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. <https://www.researchgate.net/profile/Mariangeles-Arce->

H/publication/257984698_Evaluacion_del_estado_de_poblaciones_de_bagre_rayado_Pseudoplatystoma_magdaleniatum_en_la_cuenca_media_del_rio_Magdalena_durante_la_temperada_de_Subienda_del_2004/links/573b8ffe

Asturnatura. (s.f). *Dasyatis*. Obtenido de <https://www.asturnatura.com/genero/dasyatis>

Balbuena Rivarola, E. D. (2011). *Manual básico de sanidad piscícola*.

<https://www.fao.org/3/as830s/as830s.pdf>

Bavera , G. A. (2018). *LOS SISTEMAS CERRADOS DE RECIRCULACIÓN EN*

PISCICULTURA . <https://www.produccion->

[animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/36-sistemas_cerrados_de_recirculacion.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/36-sistemas_cerrados_de_recirculacion.pdf)

Bioenciclopedia. (29 de Noviembre de 2022). *Trucha [Fotografía]*.

<https://www.bioenciclopedia.com/trucha-576.html>

Brito Sierra , E. (s.f). *BIENESTAR ANIMAL*.

<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/inocuidad-en-las-cadenas-agroalimentarias/bienestar-animal.aspx>

Congreso de Colombia. (2016). *Ley N° 1774 de 6 de enero de 2016. POR MEDIO DE LA CUAL SE MODIFICAN EL CÓDIGO CIVIL, LA LEY 84 DE*.

<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201774%20DEL%206%20DE%20ENERO%20DE%202016.pdf>

Conopezca. (2001). *Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico.*

<http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Enfermedades%20de%20peces/Manual%20de%20Enfermedades%20de%20Peces.pdf>

David Ruáles, C. A. (2014). Bienestar en peces y aspectos reglamentarios en Colombia para la explotación de especies ícticas con fines experimentales y comerciales. *Lasallista de Investigación*, 11(1), 169-180.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492014000100021

El productor. (27 de Mayo de 2017). Sistemas y modos de producción acuícola. *El productor.*

Obtenido de <https://elproductor.com/2017/05/sistemas-y-modos-de-produccion-acuicola/>

Elacuarista. (2012). *Anostomus anostomus (Linnaeus 1758).*

<http://atlas.elacuarista.com/peces/ficha/anostomus-anostomus-%C2%A0linnaeus-1758>

Espinal, C. F., Martínez Covalada, H., & González Rodríguez, F. (2005). *LA CADENA DEL CAMARÓN DE CULTIVO EN COLOMBIA.*

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1260/45282_61817.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FAWEC (Farm Animal Welfare Education Centre). (Junio de 2012). *¿QUÉ ES EL BIENESTAR ANIMAL?* http://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs1-es.pdf

Ferrer, J. L. (12 de Agosto de 2021). ¿Por qué la carpa es una especie dañina para los hábitats? [Fotografía]. *Verde y azul*. <https://verdeyazul.diarioinformacion.com/por-que-la-carpa-es-una-especie-danina-para-los-habitats.html>

Fragoso Cervón, M., & Auró de Ocampo, A. (s.f). *ZOOTECNIA ACUÍCOLA*.
https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_9_zootecniaacuicola.pdf

Garcia, J. L. (3 de Septiembre de 2020). PECES DE LA CUENCA DEL MAGDALENA-CAUCA EMITEN SONIDOS PARA AVISAR A LAS HEMBRAS QUE LLEGÓ LA HORA DE REPRODUCIRSE [Fotografía]. *WCS COLOMBIA*.
<https://colombia.wcs.org/es-es/WCS-Colombia/Noticias/articleType/ArticleView/articleId/14824/PECES-DE-LA-CUENCA-DEL-MAGDALENA-CAUCA-EMITEN-SONIDOS-PARA-AVISAR-A-LAS-HEMBRAS-QUE-LLEGO-LA-HORA-DE-REPRODUCIRSE.aspx>

Giraldo, D. (3 de Mayo de 2019). Inicia veda del bagre rayado en toda la cuenca Magdalena, Cauca y San Jorge [Fotografía]. *catorce6*. <https://www.catorce6.com/actualidad-ambiental/regionales/16994-inicia-veda-del-bagre-rayado-en-toda-la-cuenca-magdalena-cauca-y-san-jorge>

Gobierno de México. (2019). *Manual De Buenas Prácticas Acuícolas Durante La Producción Primaria De Peces.*

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463237/Primer_borrador_manual_de_buenas_practica_acuicolas_peces.pdf

Henaó Villegas, S. (2020). *Bienestar animal aplicado a la medicina veterinaria [Seminario web]*

<https://www.uniremington.edu.co/evento/bienestar-animal-aplicacion-en-la-medicina-veterinaria/#:~:text=El%20bienestar%20animal%20ha%20sido,negativos%20que%20influyen%20sobre%20los>

Hernández Barraza, C., Aguirre Guzmán, G., & López Cantú, D. (2009). Sistemas de producción de Acuicultura con recirculación de agua para la Región Norte, Noreste y Noroeste de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 25, 117-130.

<https://www.redalyc.org/pdf/141/14118560012.pdf>

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.

<https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n.pdf>

Hoyos Patiño, J. F., Quintero Meza, M., & Velásquez Carrascal, B. L. (2020). Bienestar animal en el proyecto avícola de la Universidad Franciscode Paula Santander Ocaña. *MundoFesc*, 10(19), 88-101.

<https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/513/554>

ICA. (2022). *Protección sanitaria de las especies acuícolas*.

[https://www.ica.gov.co/getdoc/b082c759-18c7-47da-bed6-0ebe76b48fe0/acuicolas-\(1\).aspx](https://www.ica.gov.co/getdoc/b082c759-18c7-47da-bed6-0ebe76b48fe0/acuicolas-(1).aspx)

Ismael. (s.f). *El Mundo Guppy*.

<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbntb3JlbGhYXF1YXJpdW18Z3g6NTc3NzQ4NmUyNjk4OWI5NQ>

Ispez2017. (2022). <https://ispezcolombiapeces.com/author/ispez2017/>

Luchini, L. (s.f). *LA ACUICULTURA, SUS MODELOS Y EL POTENCIAL ACTUAL DEL PEJERREY COMO PEZ DE CULTIVO*. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/170-La_acuicultura.pdf

Mancera Rodríguez , N. J., & Álvarez León, R. (2008). *COMERCIO DE PECES ORNAMENTALES EN COLOMBIA*. *Acta biol. Colomb*, 13(2).

<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n1/v13n1a2.pdf>

Manínez Ibarra, S. (s.f). *Cultivo de Camarones en Colombia*. *Colombia Ciencia y Tecnología*, 18(3). Obtenido de

<http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/2183/2000-V18-N3-Articulos-Art%203.2.pdf?sequence=1isAllowed=y>

- Mercado Burgos, I., García, J. L., Rosado Cárcamo, R., Olaya Nieto, C., Segura Guevara, F., Brú Cordero, S., & Tordecilla Petro, G. (2016). Cultivo de dorada (*Brycon sinuensis* Dahl, 1955) en jaulas flotantes a diferentes niveles de proteína. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 19(2). <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v19n2/v19n2a13.pdf>
- Merino, M. C., Bonilla, S. P., & Bages, F. (2013). *Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia*. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36592>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017). *Decreto número 2113, del 15 de diciembre del 2017. Por el cual se adiciona un Capítulo al Título 3 de la Parte 13 del Libro 2 del Decreto*. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/inocuidad-en-las-cadenas-agroalimentarias/decreto-2113-del-15-de-diciembre-de-2017.aspx>
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2020). *Resolución 253 del 2020. Por la cual se adopta el manual de condiciones de bienestar animal propia de cada una de las especies de producción del sector agropecuario; bovina, bufalina, aves de corral y animales acuáticos*. <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2020/10/RESOLUCION-0253-DE-2020.pdf>
- Monteiro , M. L., Mársico , E., Soares Junior, M., Deliza , R., de Oliveira, D., & Conte Junior, C. (20 de Enero de 2020). Evaluación de harina de tilapia como ingrediente en pan [Fotografía]. *Globalseafood*. <https://www.globalseafood.org/advocate/evaluacion-de-harina-de-tilapia-como-ingrediente-en-pan/>

NaturalistaCo. (s.f). *Sardinita Coli-Roja*. <https://colombia.inaturalist.org/taxa/179511-Astyanax-fasciatus>

Natusfera. (2020). *Sparus aurata: brief summary [Fotografía]*.

<https://spain.inaturalist.org/taxa/118671-Sparus-auratus>

Organización Mundial de Sanidad Animal. (8 de Agosto de 2022). *Mantengámonos en alerta: posible propagación inversa de la viruela del mono de los seres humanos a los animales.*

<https://www.woah.org/es/inicio/>

Ortega Lara, A. (2016). *GUÍA VISUAL DE LOS PRINCIPALES PECES ORNAMENTALES CONTINENTALES DE COLOMBIA.*

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36595>

Pabón, D., & Gutiérrez Torres, J. (2021). Camarón tigre: la especie invasora que acecha a la pesquería de cangrejo azul en Venezuela. *Mongabay.*

<https://es.mongabay.com/2021/06/camaron-tigre-especie-invasora-venezuela/>

Parada Guevara, S., Virgüez Parrado, A., & Cruz Casallas, P. (2012). Experiencias sobre cultivo de peces ornamentales en la Cooperativa COOPESCA, Acacias - Meta. *ORINOQUIA SUPLEMENTO*. O <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v16s1/v16s1a10.pdf>

Parrado Sanabria, Y. A. (2012). Historia de la Acuicultura en Colombia. *Revista AquaTIC*, 60-77. <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/viewFile/146/135>

Prada Álvarez, M., & Lemus Portillo, M. (2021). Bienestar animal en peces en producción con la implementación del sistema biofloc.

https://www.researchgate.net/publication/352792145_Bienestar_animal_en_peces_en_pr oduccion_con_la_implementacion_del_sistema_biofloc

Rodríguez de Vera, E. M. (2017). *RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE PECES SOMETIDOS A ESTRÉS [Tesis de grado, Universidad de la Laguna]*.

<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/5763/Respuesta+fisiologicas+de+peces+so metidos+a+estres.pdf;jsessionid=AFB8D52A926D287E157220E1CD94214C?sequence= 1>

Ruiz Medina, M. I. (2011). *POLITICAS PÚBLICAS EN SALUD Y SU IMPACTO EN EL SEGURO POPULAR EN CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO* . [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Sinaloa]. Culiacán, Rosales, Sinaloa. <https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/indice.htm>

Sanchez Montilla, R. (2020). *Cómo cuidar a un pez payaso [Fotografía]*. Cómo cuidar a un pez payaso

Silva, K. (5 de Agosto de 2017). Bienestar animal en acuicultura, una herramienta de ganancia productiva. *Mundoacuicola*. <https://www.mundoacuicola.cl/new/bienestar-animal-en-acuicultura-una-herramienta-de-ganancia-productiva/>

SISTEMAS ACUÍCOLAS. (s.f).

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5234/1/8717.pdf>

Tacon, A. (s.f). *PRIMERA PARTE NUTRICION Y ALIMENTACION DE PECES Y CAMARONES CULTIVADOS MANUAL DE CAPACITACION 1. NUTRIENTES ESENCIALES*. <https://www.fao.org/3/ab492s/AB492S01.htm#I>

Vásquez Gamboa, L. (s.f). *Bienestar animal en Piscicultura*. <https://revistas.udenar.edu.co/>

Villarroel, M. (2012). Bienestar animal en peces: indicadores operativos. *Revista AquaTIC*, 107-112. http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/37_13.pdf

zooplus. (s.f). *Pez guppy [Fotografía]*. <https://www.zooplus.es/magazine/peces/tipos-de-peces/pez-guppy>