

# Revisión científica y tecnológica de la apuesta productiva de piscicultura enfoque en acuicultura sostenible en la tilapia

## Scientific and technological review of the productive bet on fish farming focus on sustainable aquaculture in tilapia

Mayra Lulieth Guerrero Gil<sup>1</sup>

Germán Darío Hémbez Falla<sup>2</sup>

### Resumen

El presente artículo de investigación muestra los resultados de una revisión científica y tecnológica sobre la Acuicultura Sostenible en la Tilapia a partir de la recopilación de información sobre publicaciones científicas y de patentes en las bases de datos Scopus y Lens.org durante un periodo de tiempo comprendido entre el año 2010 y el año 2019. Para el desarrollo del estudio se analizaron 325 artículos y 94 patentes, recuperados por medio de ecuaciones de búsqueda ejecutadas en las bases de datos. Esta información permitió tener un acercamiento al panorama del sector piscícola, así como a las necesidades, innovaciones, nuevas tecnologías y tendencias de producción de la tilapia enfocadas en el desarrollo sostenible y el cuidado del medio ambiente.

**Palabras Clave:** Vigilancia científica y tecnológica, apuesta productiva, piscicultura; acuicultura sostenible en la tilapia.

### Abstract

*This research article shows the results of a scientific and technological review on Sustainable Aquaculture in Tilapia. The compiled information on scientific and patent publications were taken from The Scopus and Lens.org databases during a period of time included between 2010 and 2019. For the development of the study, 325 articles and 94 patents were analyzed, and retrieved by means of search equations executed in the databases. This information allowed a perception on the panorama of the fish farming sector, as well as to the needs, innovations, new technologies and production trends of Tilapia, focused on sustainable development and caring for the environment.*

**Keywords:** Scientific and technological forecasting, productive bet, pisciculture, sustainable aquaculture in Tilapia.

### Introducción

En el departamento del Huila el desarrollo de la cadena piscícola ha sido bastante exitoso y ha generado múltiples oportunidades productivas, hoy en día, con base en sus ventajas comparativas y competitivas, el departamento es el primer productor de tilapia a nivel nacional aportando cerca del 53% de la producción total del país, generando alrededor de 5.288 empleos directos y originando unos ingresos anuales promedio de 5.5 millones de dólares referido a exportaciones de filete (Gobernación del Huila, s.f.). Adicionalmente, “El Huila es líder nacional en producción piscícola, con cerca de la mitad del total nacional. El departamento aporta casi el 90% de las exportaciones, en especial de tilapia a Estados Unidos” (Gobernación del Huila, 2019).

En este sentido, se hace necesaria la comprensión del desarrollo tecnológico para la práctica de una acuicultura

sostenible en la tilapia. Entendiendo que la sostenibilidad es un “concepto que garantiza un medio ambiente habitable para todo el mundo a largo plazo y que abarca al menos tres componentes fundamentales para su desarrollo: la preservación de un medio ambiente funcional, el bienestar económico y la equidad social” (SUSTAIN AQUA, 2006), aspectos que también se deben tener en cuenta para lograr una adecuada identificación de oportunidades de innovación que permitan potenciar los procesos de gestión del sector piscícola y mejorar su competitividad.

Observar las tendencias piscícolas permite desarrollar unos fundamentos de estudio que facilitará a los interesados tener una mayor profundidad y gestión del tema. Pues como bien lo dicen Davenport Prusak (2001), “el conocimiento deriva de información, así como la información deriva de los datos. Existe una relación directa entre los datos e información que por un ente inteligente se transforma en conocimiento”.

<sup>1</sup> Programa Administración de Empresas, Universidad Surcolombiana. Semillero de investigación Cre@ del grupo de investigación de la ciudad de Neiva (Colombia): Dirección Avenida Pastrana Borrero - Carrera 1, PBX: (57) (8) 8754753. Correo electrónico: maylulieth@gmail.com.

<sup>2</sup> Administrador de Empresas, Escuela de Administración de Negocios, Bogotá. Doctorado en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, Universidad de Manizales. Docente-investigador del grupo: Cre@. Universidad Surcolombiana de la ciudad de Neiva (Colombia): Dirección Avenida Pastrana Borrero - Carrera 1, PBX: (57) (8) 8754753. Correo electrónico institucional: german.hembuz@usco.edu.co.

La inteligencia de negocios, es una herramienta pertinente para recolectar información, analizarla y transfórmala en conocimiento, desarrollando unas ventajas estratégicas que permiten la supervivencia y competitividad de las empresas a largo plazo. “Principalmente porque el valor agregado a los servicios o productos desarrollan una eficiencia en su producción y una eficacia en su funcionamiento que difícilmente puede ser replicada por la competencia que no tienen estos procesos o estrategias definidas” (Larson, 2009).

Por tanto para el caso del Huila, realizar un proceso de vigilancia científica y tecnológica puede ser la base para renovar las estrategias de sostenibilidad, sustentabilidad y competitividad orientándolas hacia la piscicultura, “si bien la apuesta productiva piscícola es el alumno aventajado frente a las demás apuestas, es claro que se requieren acciones definitivas que garanticen la sostenibilidad y sustentabilidad de esta apuesta productiva” (Cámara de Comercio de Neiva y Gobernación del Huila, 2015, págs. 221-231).

## Metodología

El monitoreo alrededor del sector piscícola permite obtener, analizar y utilizar la información pertinente para una acertada gestión tecnológica. Así, para realizar las actividades relacionadas con la revisión científica y tecnológica, se llevaron a cabo las siguientes fases:

### Identificación de necesidades

La búsqueda especializada se produjo con la identificación de necesidades reales presentes en el sector piscícola, que conllevaron a elegir los factores críticos de vigilancia científica bajo las siguientes consideraciones:

a) Un análisis del capítulo “Apuesta Productiva Piscícola” de la Agenda Interna-Plan Regional de Competitividad del Huila, (2015).

b) Formalización de diálogos con empresarios y/o expertos del departamento del Huila.

En este punto se definió en primera instancia, la ficha de revisión científica con cinco temas claves relacionadas con la apuesta productiva Piscícola. Posteriormente se presentaron a empresarios y/o expertos del sector piscícola con el fin de que evaluaran en un orden de mayor importancia (5) a menor importancia (1) cada tema clave, como se muestra en la Tabla 1.

Empresarios y expertos consultados: - Jaime Tamayo, Gerente Tilapias del Huila. - Luis Enrique Lizcano, Coordinador de Operaciones de Piscícola Fish Flow - Juan José Tamayo, Gerente Argo Fish.

Tabla 1. Ficha de Revisión Científica Sector de Piscícola

Factores Críticos	Revisión científica piscícola			
	N°1	N°2	N°3	Promedio
Producción en Alta Densidad	5	5	5	5
Sanidad Acuícola Oreochromis	3	3	4	3,3
Criadero Oreochromis	1	2	3	2
Acuicultura Sostenible en la Tilapia	4	4	4	4
Mortalidad Tilapia	2	1	3	2

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados permitieron identificar los factores críticos de vigilancia de mayor interés para el Sector Piscícola del Departamento del Huila relacionado con la producción de Tilapia, estos factores son producción en alta densidad, acuicultura sostenible y sanidad acuícola.

La acuicultura sostenible en la Tilapia, fue definido por algunos empresarios como uno de los principales temas a abordar dado que “existe la necesidad de fortalecer las alternativas sostenibles, alcanzar los objetivos medioambientales y ofrecer una clara ventaja económica para los acuicultores a largo plazo” (Empresarios y experto de la región del Huila y otras fuentes consultadas, 2020). Esto conlleva a la necesidad de buscar alternativas de producción que se ajusten al avance regional y que estén acordes a una visión más consciente con el medio ambiente, alternativas que contribuirán a detener el avance del cambio climático y proporcionar alimentos nutricionalmente necesarios para el ser humano sin generar explotación de los recursos marinos, degradación de los hábitats naturales y/o amenazar el estilo de vida y tradiciones de las comunidades locales.

### Búsqueda y captación de información

La ecuación de búsqueda para el sector piscícola permite procesar la problemática o pregunta de la investigación en conformidad con la programación de las bases de datos, permitiendo dar un orden lógico a la recopilación de la información y así establecer una función de búsqueda orientada a las necesidades de la región delimitando factores claves.

Para la realización de la vigilancia científica se eligió la base de datos (Scopus), donde se aplicaron diferentes ecuaciones de búsqueda pertinentes para cada tema seleccionado hasta llegar a la de mayor aproximación mediante la Lógica Booleana, cabe mencionar que “La lógica Booleana es un sistema de conectores (relaciones lógicas) que se utiliza en los softwares gestores de bases de datos para obtener resultados específicos en la búsqueda de información” (Liberatore, 2008).

Ecuación de búsqueda científica para la acuicultura

sostenible en la Tilapia:

TITLE (Tilapia or Oreochromis) AND ("Sustainable Aquaculture" OR "Agroecology" OR "Ecological Agriculture" OR "Environmental Impact") AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar"))).

El objetivo de la ecuación científica es recolectar datos en torno a la Acuicultura Sostenible en la Tilapia haciendo énfasis en factores claves para mejorar métodos de producción, descubrir el potencial del mercado a través de la investigación y aumentar la calidad del producto. Esta ecuación ha sido estructurada con la ayuda de diferentes componentes (palabras claves, operadores y símbolos) que en su conjunto han permitido una construcción refinada y centralizada, que responde a las necesidades de búsqueda.

Las palabras claves de la ecuación se organizaron en dos secciones, que se pueden visualizar en cada paréntesis que las separa, siendo la Tilapia o su nombre científico *Oreochromis* el argumento principal que influye en la búsqueda a nivel del título en los artículos objeto de revisión, seguido de los términos relacionados a la acuicultura sostenible, enfocando así la búsqueda a temas como la agroecología, agricultura ecológica e impacto ambiental, dando como resultado la cantidad de 322 publicaciones relacionadas a artículos.

En algunos términos se utilizaron símbolos reservados como las comillas "" que permiten recuperar palabras compuestas (dos o más palabras), limitando los resultados a aquellas publicaciones que incorporan todo el término entre comillas (Ejemplo: "Sustainable Aquaculture"). De igual manera la ecuación de búsqueda se estructuró a partir de diferentes operadores booleanos como OR, ubicado dentro del primer y segundo paréntesis, puesto que, se necesita sumar documentos relacionados con Tilapia u *Oreochromis* que aporten información a la búsqueda y en el segundo caso publicaciones orientadas a la Acuicultura Sostenible. Esto se realizó con el fin de no perder información debido al fenómeno de la sinonimia del lenguaje humano.

Otro operador implementado en la ecuación es AND dado que este operador exige que ambos términos estén presentes en el documento, por lo tanto, permite expresar la intersección o el cruce de conceptos. Así mismo la búsqueda se limitó a publicaciones de tipo artículo, posteriores al año 2009 y anteriores al año 2020.

Para la vigilancia tecnológica se estructuró y operó la ecuación de búsqueda:

TITLE:(Tilapia) OR (title:(*Oreochromis*)) AND (abstract: Sustainable Aquaculture) OR (abstract: Environmental Aquaculture) OR (abstract: Water Quality) OR (abstract:

Nutritious Product)

Se consultó la base de datos estructurada de patentes (Lens.org), obteniendo 94 registros con un rango de fechas entre el 01 de enero del 2010 al 31 de diciembre del 2019.

## Resultados

### Revisión científica

Con base en los resultados obtenidos a partir de la operación de la ecuación de búsqueda científica TITLE (Tilapia or *Oreochromis*) AND ("Sustainable Aquaculture" OR "Agroecology" OR "Ecological Agriculture" OR "Environmental Impact") AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar")), en la base de datos Scopus, se realizó el Análisis Cienciométrico de las publicaciones, lo que permite gestionar y extraer conocimiento crítico de los procesos de búsqueda.

Dinámica de las publicaciones.

En este apartado se expone la dinámica de las publicaciones relacionadas con el tema objeto de este estudio, en términos de publicaciones por año, evolución de las temáticas identificadas por año y principales temas de interés.

Publicaciones por año

Con respecto al número de publicaciones por año relacionadas con el tema de estudio, para el periodo de tiempo analizado (2010 – 2019), se obtuvo un crecimiento en las publicaciones, dando a conocer una tendencia creciente de interés de los investigadores sobre el tema. En ese sentido, más de la mitad de las publicaciones (53,82%) se llevaron a cabo durante los últimos cuatro años (entre 2016 y 2019).

Principales temas de investigación

Las publicaciones relacionadas en artículos sobre la acuicultura sostenible en la tilapia durante los años de estudio se desarrollan en uno o más temas por artículo, dentro de los temas más relevantes el que más estuvo presente fue Ciencias Agropecuarias y Biológicas con un (66,77%) de participación, seguido de Ciencias medioambientales con un (37,58%) de participación, como también se destaca la participación de temas relacionados a la Bioquímica, Genética, Biología molecular, Farmacología, Toxicología y Farmacia.

Temas de investigación por año

Los siguientes son los principales temas de investigación durante los años 2017, 2018 y 2019: Ciencias Agropecuarias y Biológicas (91 Art.); Ciencias Medioambientales (53 Art.); Bioquímica, Genética y Biología Molecular (16 Art.); Farmacología, Toxicología y Farmacia (5 Art.); Inmunología y Microbiología (9 Art.); Medicina (6 Art.); Vet-

erinaria (6 Art.); Química (8 Art.); Ciencias de la Tierra y Planetarias (6 Art.); Multidisciplinario (4 Art.); Ciencias Sociales (5 Art.); e Ingeniería (5 Art.).

Según las publicaciones encontradas en estos años se puede evidenciar una preocupación cada vez mayor de los investigadores por la experiencia, en términos de alcanzar los objetivos medioambientales por medio de alternativas sostenibles y la calidad del producto, para alcanzar una acuicultura sostenible en la Tilapia. En ese contexto, las publicaciones evalúan desde el tamaño en la producción, calidad del agua y recuperación de nutrientes, hasta las condiciones sanitarias y medioambientales mejorables para obtener una Acuicultura Sostenible en la Tilapia.

#### Señales débiles

Buscando captar lo que empieza a pasar en las diferentes áreas de investigación, con el propósito de detectar oportunidades y amenazas de innovación, asimilarlo lo antes posible y, por consiguiente, contribuir al componente anticipatorio en la toma de decisiones.

Los temas catalogados como emergentes porque aparecen durante la última década y presentan una tendencia al alza, en términos de número de publicaciones son: Energía (7 Art.); Ingeniería Química (5 Art.); Ciencias de la Computación (4 Art.); Física y Astronomía (3 Art.); Negocios, Gestión y Contabilidad (2 Art.); y Matemáticas (2 Art.). Según las publicaciones encontradas, los artículos de los temas emergentes comparten ciertos enfoques con algunos artículos de temas principales como la calidad del producto, características nutricionales, gestión ambiental en la calidad del agua y el crecimiento de la tilapia, ampliando las perspectivas desde nuevos temas de interés.

#### Fuentes claves de divulgación de conocimiento

Los resultados arrojaron que el 52% de los artículos científicos publicados en las diferentes fuentes de divulgación se concentran en las 7 primeras: Aquaculture (26 Art.); Aquaculture Research (14 Art.); Fish And Shellfish Immunology (12 Art.); Aquaculture Nutrition (11 Art.); Ecotoxicology And Environmental Safety (9 Art.); Egyptian Journal Of Aquatic Biology And Fisheries (6 Art.); y Science Of The Total Environment (6 Ar.); de un total de 159 fuentes registradas, siendo las que mayor número de publicaciones tienen; las demás fuentes de divulgación solo cuentan con menos de cinco (5) publicaciones referentes al tema de investigación.

Respecto a las áreas de investigación de las fuentes clave de divulgación sus enfoques están orientados a la publicación y cubrimiento de temas relacionados con Investigación y Producción en Piscicultura; Suplementos Nutricionales en Acuicultura; Ciencias Agrícolas y Biológicas,

Ciencia Acuática; Medio Ambiente, entre otros como la Acuicultura.

#### Actores líderes

En esta sección se presentan los resultados de un ejercicio de identificación de actores clave (investigadores, instituciones y países) para los intereses del estudio.

#### Investigadores

Los principales investigadores identificados, su experiencia y vinculación institucional son: Hoseinifar, S.H. (8 Art.), 2017-2019 de la Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran; Abdel-Tawwab, M. (7 Art.), 2012-2019 del Agricultural Research Center, Giza, Egypt; Dalsgaard, A. (6 Art.), 2013-2019 de la University of Copenhagen, Faculty of Health Sciences, Copenhagen, Denmark; Jaturasitha, S. (5 Art.), 2018-2019 de la Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand; Li, K. (5 Art.), 2013-2019 del Shanghai Engineering Research Center of Aquaculture, Shanghai, China; Liu, L. (5 Art.), 2013-2019 de la Shanghai Ocean University, Shanghai, China; Valenti, W.C. (5 Art.), 2014-2019 de la UNESP-Universidade Estadual Paulista, Sao Paulo, Brazil; Van Doan, H. (5 Art.), 2017-2019 de la Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.

#### Instituciones

Las principales instituciones investigadoras son las siguientes: UNESP-Universidade Estadual Paulista (30 Art.); WorldFish (12 Art.); Agricultural Research Center (10 Art.); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (9 Art.); Ministry of Agriculture of the People's Republic of China (9 Art.); Chiang Mai University (8 Art.); Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (8 Art.); y National Institute of Oceanography and Fisheries (8 Art.).

#### Países

Los principales países investigadores son los siguientes: Brasil (73 Art.); Egipto (49 Art.); India (24 Art.); China (23 Art.); Tailandia (21 Art.); Estados Unidos (21 Art.); Malaysia (20 Art.); Irán (12 Art.); México (11 Art.); y Bangladesh (10 Art.).

#### Entidades financiadoras

Las principales entidades financiadoras de estas investigaciones son: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico y Tecnológico (18 Art.); National Natural Science Foundation of China (8 Art.); Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo (6 Art.); Coordenacao de Aperfeicoamento de Pessoal de Nível Superior (4 Art.); Chiang Mai University (3 Art.); Danish International

Development Agency (3 Art.); National Basic Research Program of China (3 Art.); National Research Council of Thailand (3 Art.); Natural Science Foundation of Jiangsu Province (3 Art.); y Universiti Putra Malaysia (3 Art.).

## Revisión tecnológica

Con base en los resultados de la ecuación de búsqueda

tecnológica (title:(Tilapia)) OR (title:(Oreochromis)) AND (abstract: Sustainable Aquaculture) OR (abstract: Environmental Aquaculture) OR (abstract: Water Quality) OR (abstract: Nutritious Product)

Operada en la base de datos Lens, se realizó el análisis científico de las patentes. A continuación, se presentan los resultados del ejercicio: análisis de tendencias e identificación de oportunidades de desarrollo tecnológico con base en la información seleccionada.

### Dinámica de tecnologías

El presente apartado expone la dinámica de las tecnologías relacionadas con el tema objeto de este estudio, en términos de patentes por año, evolución de las tecnologías identificadas por año y principales temas de interés por año.

#### Patentes por año

Los inventores muestran un interés cada vez mayor por tecnologías relacionadas con el tema de la Acuicultura Sostenible en la Tilapia, en los últimos tres años ha venido decreciendo, su año más representativo es el 2016 con el 19,1% de las patentes. En el año 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 fueron publicadas 15, 18, 14, 11 y 12 patentes respectivamente.

#### Tecnologías por año

A partir del mapeo de las principales áreas de desarrollo tecnológico (códigos CPC) por año, se identificaron las que representan una dinámica de ascenso, en términos del número de patentes que se han categorizado en ellas durante la última década: Alimentos alternativos para la acuicultura (Y02A40/818); Acuicultura, es decir, cultivo de animales acuáticos (Y02A40/81); Subproductos de origen vegetal (Y02P60/877); Tecnologías de adaptación en agricultura, silvicultura, ganadería o producción agroalimentaria, en los pescados (Y02A40/812).

Así mismo se destacaron las principales áreas de desarrollo tecnológico (códigos IPCR) por año: Piensos especialmente adaptados para animales particulares, para animales acuáticos (A23K50/80); Alimentos para animales, a partir de material de origen vegetal, p. ej. raíces, semillas o heno (A23K10/30); Cultivo de animales acuáticos receptáculos para peces vivos, por ejemplo, de pescado

(A01K61/10); Productos alimenticios del mar Productos de pescado Harina de pescado Sustitutos del huevo de pescado Preparación o tratamiento de los mismos (A23L17/00); Procesos de medición o prueba que involucran enzimas, ácidos nucleicos o microorganismos Aparatos de medición o prueba con medios de medición o detección del estado (C12Q1/68).

Los resultados de la búsqueda permitieron demostrar el desarrollo de procesos de producción de galletas de tilapia; clonación de genes de *Oreochromis Niloticus*; marcador Snp relevante con la velocidad de crecimiento; método para aumentar la tasa de supervivencia; pienso compuesto capaz de mejorar la capacidad reproductiva; entre otros.

### Actores líderes

En este apartado se muestran los resultados de la identificación de actores clave (inventores, aplicantes y países – oficinas de patentes) para los intereses del estudio.

#### Inventores

Los principales inventores de tecnologías relacionadas con el tema de estudio son: Xu Pao (13 Patentes); Qiang Jun (9 Patentes); He Jie (9 Patentes); Zhu Zhixiang (7 Patentes); Li Ruiwei (6 Patentes); Molina Lenimfa P. (6 Patentes); Guo Zhongbao (5 Patentes); Luo Yongju (5 Patentes); Yang Hong (5 Patentes); y Xiao Jun (4 Patentes).

#### Aplicantes

Los principales aplicantes de tecnologías relacionadas con el tema de estudio son: Fw Fisheries Res Ct Cafs (14 Patentes); Univ Cebu Technological (10 Patentes); Cagayan State Univ (6 Patentes); Shoemaker Craig A. (4 Patentes); Guangxi Acad Fishery Sciences (4 Patentes); Lafrentz Benjamin Ryan (4 Patentes); Pearl River Fishery Res Inst Cafs (3 Patentes); Us Agriculture (3 Patentes); y Guangdong Yujia Aquatic Food Co Ltd. (3 Patentes).

La organización aplicante que a pesar de presentar una reducción de sus registros de propiedad industrial relacionados con la Acuicultura Sostenible en la Tilapia desde 2010, FW FISHERIES RES CT CAFS, cuenta con el mayor número de patentes, es una entidad legal independiente afiliada a la Academia China de Ciencias Pesquera, siendo una institución pública líder en especialización, investigación, formación y servicios de asesoramiento en el ámbito de la acuicultura y el desarrollo de la pesca continental.

#### Oficinas de propiedad industrial – OPI

Las OPI donde más se protege la producción tecnológica y se pueden identificar los mercados potenciales de los productos relacionados con la temática del estudio son: la Oficina de Patentes de China (60 Patentes), Filipinas (26

Patentes), Estados Unidos (4 Patentes), Oficina Europea de Patentes (2 Patentes), Taiwán (1 Patente) y Canadá (1 Patente), siendo estas las más importantes.

#### Proveedores

A través del estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva se identificaron proveedores de tecnología (productos y servicios) relacionados con la Acuicultura Sostenible en la Tilapia, motivados por el desarrollo de diferentes métodos de reproducción, alimentación y cultivos ecológicos para aumentar la producción y comercialización siempre en busca de la sostenibilidad, con un enfoque hacia la salubridad que protege al consumidor, con unas condiciones sanitarias y medioambientales mejorables.

Algunos de los principales proveedores de tecnología relacionada con el tema de estudio fueron identificados como aplicantes de las diferentes patentes encontradas, dentro de ellos se destacan: Fw Fisheries Res Ct Cafs; Liu Jinjun; Tongwei Co Ltd; Liuzhou Nenking Tech Co Ltd; Jiangsu Deren Biolog Science Technology Co Ltd; Guangxi Zhengwu Marine Ind Co Ltd; Guangzhou Haiwei Feed Co Ltd; Huazhou Xinhai Aquatic Product Co Ltd; Yang Haibing; Hainan Huada Marine Tech Co Ltd; Partido State University; y Qingdao Haizhiyuan Intelligent Technology Co Ltd.

Se resaltan empresas como FW FISHERIES RES CT CAFS que realiza investigación y desarrollo de tecnologías de producción y estrategias de gestión en apoyo del desarrollo sostenible de la acuicultura y la pesca continental. Dentro de sus desarrollos tecnológicos destacados se encuentran: Pienso para mejorar la resistencia de la tilapia a las enfermedades estreptocócicas y su método de alimentación; Sistema y método para purificar y utilizar circularmente el agua en estanques de acuicultura de peces; Pienso especial para vivir la tilapia durante el invierno.

#### Oportunidades de innovación y casos de éxito

En este apartado se presentan algunas tecnologías de este estudio que se han podido identificar en el mercado actual y que se pueden tomar como casos de éxito potencialmente reproducibles y adaptables al entorno piscicultor huilense.

#### Tecnología Acuapónica

La acuaponía es el cultivo integrado de vegetales (hortaliza de hoja verde, plantas medicinales y culinarias, pepinos, pimientos, tomates, calabacín, melones, okra, berenjena... y muchas otras), con peces de agua dulce (tilapia es el preferido, si bien no el único) (Quevedo Ruiz, 2011).

- Software de granja para avanzada gestión de viveros - Nursery

El propósito de la etapa de Nursery es el crecimiento de los alevines hasta una talla más adecuada para ser introducidos en mayores unidades de producción. La fase de Nursery determina, generalmente, la variación y el tamaño que la granja tendrá cuando el pez alcance la talla comercial. Realiza un control diario de todos los parámetros de producción e identificación temprana de tendencias o problemas de producción. Optimiza los niveles de stock y las políticas de compra, realiza un seguimiento preciso del inventario, mejora la visibilidad y obtiene una trazabilidad completa sobre cada elemento (Aqua Manager, 2017).

- Software avanzado de acuicultura para el manejo integrado de criaderos de peces - hatchery.

Una hatchery es un sistema complejo. Incluye un amplio rango de actividades que van desde la selección, recolección y manipulación de reproductores y la producción de alimento vivo hasta la producción y pesca de larvas en el menor tiempo posible (Aqua Manager, 2017). Toda la información concerniente a la cría (temperatura, oxígeno, salinidad, etc.), a la producción de alimento vivo y el comportamiento de las larvas es fácilmente introducida en el sistema. Esto se realiza a través de pantallas "inteligentes" que requieren una mínima entrada de datos o a través de dispositivos de adquisición de datos integrados en aquaManager (Aqua Manager, 2017).

- Pienso de la microalga marina *Schizochytrium* sp. para la Tilapia del Nilo

Los científicos de la Dartmouth University han creado un alimento más sostenible para la acuicultura mediante el uso de coproductos de las microalgas marinas como ingredientes. El estudio es el primero en su clase para evaluar el reemplazo de la harina de pescado con un coproducto en un pienso diseñado específicamente para la tilapia del Nilo. En la actualidad, la actividad acuícola proporciona más del 50% del suministro de alimentos a los seres humanos; sin embargo, plantea varias preocupaciones ambientales. El objetivo del equipo es eliminar la dependencia de los piensos acuícolas en insumos de pescado marinos y cultivos terrestres, para esto se mezcló el coproducto de *Nannochloropsis* con otras microalgas marinas para elaborar piensos acuícolas más sostenibles (Pallab K. Sarker, 2018).

- Hielo antimicrobiano para conservación de pescado fresco

Investigadores de la Universidad Politécnica de Cartagena han desarrollado un hielo antimicrobiano que aumenta la calidad y alarga la vida útil del pescado fresco más de un 50%, por lo que se puede consumir en perfecto estado durante 20 días. Se trata de una tecnología patentada por el grupo de Ingeniería del Frío y de la Seguridad Ali-

mentaria de la UPCT que utiliza la nanotecnología para la fabricación de hielo con aceites esenciales nanocapsulados (UPCT, 2020). La presencia de aceite esencial en el hielo tiene un efecto positivo sobre el parámetro del olor a fresco del pescado. Además de mejorar la frescura, aumenta la calidad organoléptica, alarga la vida útil e incrementa la seguridad alimentaria. Proporciona una mayor luminosidad y coloración más intensa en las agallas y un mejor aspecto de los ojos del pescado, indicadores de su frescura y conservación (UPCT, 2020).

- Residuos de tilapia para el cultivo de pulgas de agua

El desarrollo de la tecnología de utilización de los residuos de la acuicultura puede ser un importante capital para fortalecer el potencial de la acuicultura, incluido el desarrollo de la tecnología de acuaponía y el cultivo de la fase Ehippia de *Moina macrocopa* “pulga de agua” como alimento para larvas de peces y camarones (AquaHoy, 2020).

## Discusión y conclusiones

La experiencia, en términos de la calidad del agua, eficiencia ambiental, eficiencia alimentaria, riesgos ecológicos y genéticos en el desarrollo de una Acuicultura Sostenible en la Tilapia, es la principal preocupación de los investigadores. De igual manera, las presentes publicaciones de artículos y patentes solo pueden ser de utilidad para el sector Piscícola mediante una apropiada transferencia tecnológica, por lo que se recomienda tener un claro panorama de su nivel tecnológico para una adecuada selección y seguimiento de investigaciones y tecnologías para integrarlas pertinentemente al sector, generando unas ventajas competitivas en la cadena de valor de los productos y servicios.

Para aplicar todas estas tecnologías es necesario un análisis de la situación actual del mercado y formas de penetración para asegurar un nivel de adaptación y comprensión en los clientes. Se recomienda la asociatividad del sector piscícola para la adquisición de tecnologías ya sea por medio de sus aplicantes o desarrolladores del mercado, esto con el fin de que el sector tenga un gran poder de negociación y disminuya los costos de esta transferencia tecnológica.

## Referencias

Aqua Manager. (2017). Obtenido de Software De Granja Para Avanzada Gestión De Viveros: <https://www.aqua-manager.com/es/nursery/>

Aqua Manager. (2017). Obtenido de Software Avanzado De Acuicultura Para El Manejo Integrado De Criaderos De Peces: <https://www.aqua-manager.com/es/hatchery/>

AquaHoy. (16 de 03 de 2020). Residuos de tilapia para el cultivo de pulgas de agua. AquaHoy. Obtenido de <https://www.aquahoy.com/noticias/peces/34341-residuos-tilapia-cultivo-pulgas-de-agua>

Cámara de Comercio de Neiva y Gobernación del Huila. (2015). Apuesta Productiva Piscícola. En Agenda Interna - Plan de Regional de Competitividad del Huila (págs. 221-231). Neiva: Cámara de Comercio de Neiva.

Davenport, T., Prusak, L. (2001). Conocimiento en accion: como las organizaciones manejan lo que saben. Buenos Aires: Pearson Educacion.

Gobernación del Huila Cámara de Comercio de Neiva. (2015). Agenda Interna-Plan Regional de Competitividad del Huila. Neiva: Cámara de Comercio de Neiva.

Gobernación del Huila. (05 de Junio de 2019). Foro piscícola busca formalización de productores en el Huila. Obtenido de <https://www.huila.gov.co/publicaciones/8993/foro-piscicola-busca-formalizacion-de-productores-en-el-huila/>

Gobernación del Huila. (s.f.). Informe de la Cadena Piscicola del Huila. Neiva: Gobernación del Huila.

Larson, B. (2009). Delivering business intelligence with microsoft SQL server 2008. New York: McGraw-Hill, Inc.

Lens.org. (2020). The Lens - Free Open Patent and Scholarly Search. Obtenido de <https://www.lens.org/>

Liberatore, G. (2008). Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Obtenido de Humanidades por el proyecto: <http://pdfhumanidades.com/sites/default/files/apuntes/Material%20de%20Catedra%20-%20Logica%20booleana.pdf>

Pallab K. Sarker, A. R. (31 de 07 de 2018). Hacia alimentos acuícolas sostenibles: evaluación de la sustitución de la harina de pescado con un coproducto de microalgas extraídas de lípidos ( *Nannochloropsis oculata* ) en las dietas de tilapia juvenil del Nilo ( *Oreochromis niloticus* ). Obtenido de PLOS ONE : <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0201315>

Quevedo Ruiz, F. J. (05 de 12 de 2011). La acuaponía, algo más que producir peces y hortalizas. Ipac.Acuicultura. Obtenido de [http://www.ipacuicultura.com/noticias/en\\_portada/18670/la\\_acuaponia\\_algo\\_mas\\_que\\_producir\\_peces\\_y\\_hortalizas.html](http://www.ipacuicultura.com/noticias/en_portada/18670/la_acuaponia_algo_mas_que_producir_peces_y_hortalizas.html)

Scopus. (2020). Scopus Preview. Obtenido de <https://www.scopus.com>

SUSTAIN AQUA. (2006). Manual de Acuicultura sostenible. Unión Europea: Sixth Framework Programme.

Tamayo, J., Lizcano, L. E., Tamayo, J. J. (2020). Empresarios y experto de la región del Huila y otras fuentes consultadas [Grabado por M. L. Guerrero, J. J. Cardenas, M. Sánchez]. Neiva, Huila, Colombia.

UPCT. (2020). Universidad Politécnica de Cartagena . Obtenido de Nuevo hielo antimicrobiano para conservación de pescado fresco: [https://www.upct.es/destacados/cdestacados.php?c=26&ubicacion=general&id\\_buscar=12506](https://www.upct.es/destacados/cdestacados.php?c=26&ubicacion=general&id_buscar=12506)