

**Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva de un cultivo de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en sistema de biofloc**

**Nataly Hernández**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD**

**Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios –**

**ECACEN**

**Maestría en Administración de Organizaciones**

**2020**

**Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva de un cultivo de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en sistema de biofloc**

**Nataly Hernández**

**Asesor de trabajo de grado  
Luz Dary Castellanos**

**Proyecto de investigación para optar el título de Magister en Administración de Organizaciones**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD**

**Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios –**

**ECACEN**

**Maestría en Administración de Organizaciones**

**2020**

## Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| Resumen .....  | 11 |
| Abstrac .....  | 12 |
| Introducción .....   | 13 |
| Capítulo 1 .....   | 16 |
| Planteamiento del problema .....                             | 16 |
| Justificación.....   | 18 |
| Capítulo 2 .....   | 20 |
| Objetivos .....  | 20 |
| Objetivo General .....                                       | 20 |
| Objetivos Específicos .....                                  | 20 |
| Capítulo 3 .....   | 21 |
| Marco conceptual y teórico .....                             | 21 |
| Biología de la tilapia roja ( <i>Oreochromis sp.</i> ) ..... | 21 |
| Clasificación taxonómica de la tilapia roja. ....            | 21 |
| Generalidades de la especie. ....                            | 22 |
| Biología de la especie.....                                  | 22 |
| Características morfológicas .....                           | 23 |
| Hábitos alimenticios.....                                    | 23 |
| Hábitos reproductivos .....                                  | 23 |
| Selección de reproductores .....                             | 24 |
| Desarrollo embrionario .....                                 | 25 |
| Calidad de agua .....  | 28 |

|   |    |
|---|----|
| Métodos de obtención de alevinos .....  | 28 |
| Incubación natural .....  | 29 |
| Incubación artificial .....   | 29 |
| Larvicultura .....  | 30 |
| Reproducción .....  | 30 |
| Siembra de reproductores.....   | 31 |
| Desove.....   | 31 |
| Tecnología biofloc .....  | 32 |
| Flóculos microbianos .....  | 33 |
| Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. ....                       | 37 |
| Etapas esenciales del proceso de trabajo de la Inteligencia Competitiva. .... | 44 |
| Diagnóstico .....   | 44 |
| Búsqueda y captura de información .....                                       | 45 |
| Análisis de la información .....  | 45 |
| Valorización de la información relevante .....                                | 46 |
| Difusión y comunicación. ....   | 46 |
| Orientación en la toma de decisiones.....                                     | 47 |
| Herramientas de vigilancia tecnológica .....                                  | 47 |
| Capítulo 4 .....  | 54 |
| Metodología .....   | 54 |
| Capítulo 5 .....  | 56 |
| Resultados de la investigación .....  | 56 |

|   |     |
|---|-----|
| Estado del arte cultivo Biofloc .....           | 56  |
| Ventajas de la tecnología Biofloc .....         | 58  |
| Desventajas de la tecnología Biofloc .....      | 59  |
| Relación de C:N .....                           | 60  |
| Ciclo del nitrógeno .....                       | 60  |
| Oxígeno .....                                   | 63  |
| Calidad del agua para cultivos con Biofloc..... | 63  |
| Bioseguridad en cultivo Biofloc.....            | 64  |
| Resultados estudios en Biofloc. ....            | 65  |
| Estado de la ciencia.....                       | 66  |
| Estado de la técnica .....                      | 82  |
| Protocolo Metodología Biofloc.....              | 97  |
| Preparación Biofloc.....                        | 98  |
| Conclusiones .....                              | 102 |
| Recomendaciones.....                            | 104 |
| Referencias bibliográficas .....                | 106 |

### Lista de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Características maduración sexual de la tilapia roja. ....  | 24 |
| Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos adecuados para el cultivo de tilapia roja ( <i>Oreochromis sp.</i> )..... | 28 |
| Tabla 3. Composición de biofloc. ....  | 36 |
| Tabla 4. Dimensiones atención de la VT / IC .....  | 39 |
| Tabla 5. Beneficios de la aplicación de la VT e IC en una empresa. ....                                      | 42 |
| Tabla 6. Revistas de investigación .....   | 50 |
| Tabla 7. Factores críticos de vigilancia en biofloc considerados para la VT.....                             | 67 |
| Tabla 8. Artículos consultados en la base de datos Scopus .....  | 69 |
| Tabla 9. Artículos consultados en la base de datos de la Revista Scielo .....                                | 75 |
| Tabla 10. Artículos consultados por la base de datos Science Direct.....                                     | 79 |

### Lista de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Ejemplar tilapia roja. ....  | 22 |
| Figura 2. Desarrollo del huevo fertilizado. ....                                 | 26 |
| Figura 3. Desarrollo embrión y larva. ....                                       | 27 |
| Figura 4. Proceso vigilancia tecnológica.....                                    | 38 |
| Figura 5. Buscadores de patentes disponibles en internet.....                    | 50 |
| Figura 6. Flujo del nitrógeno en la tecnología Biofloc. ....                     | 61 |
| Figura 7. Tanques en geomembrana. ....   | 83 |
| Figura 8. Conteo volumétrico y siembra de larvas en tanques de geomembrana. .... | 83 |
| Figura 10. Alevinos tilapia roja de sistema biofloc para comercialización. ....  | 84 |

### Lista de gráficas

|  |    |
|--|----|
| Gráfica 1. Número de artículos científicos de Investigación en 3 bases de datos consultadas..... | 68 |
| Gráfica 2. Número de artículos según el tema de búsqueda en Scopus.....                          | 69 |
| Gráfica 3. Documentos por área.....  | 73 |
| Gráfica 4. Autores más representativos de artículos científicos publicados en Scopus...          | 73 |
| Gráfica 5. Tipos de publicaciones en Scopus.....   | 74 |
| Gráfica 6. Universidad o Entidad que hace la publicación. ....                                   | 74 |
| Gráfica 7. Número de artículos según el tema de búsqueda en Science .....                        | 75 |
| Gráfica 8. Número de artículos según el tema de búsqueda en Science Direct .....                 | 78 |



**Lista de mapas**

|  |    |
|--|----|
| Mapa 1. Infograma Artículos Revista Scielo. .... | 78 |
|--|----|

### Lista de cuadros

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Método para cultivar biofloc y método para aplicar biofloc a la acuicultura..  | 88 |
| Cuadro 2. Sistema de acuicultura en estanques para la cría de biofloc y el control de la concentración de flóculos. ....                       | 89 |
| Cuadro 3. Método para la formación de bioflocs por floración cianobacteriana. ....   | 90 |
| Cuadro 4. Preparación de microorganismos para el sistema de acuicultura biofloc. ....  | 91 |
| Cuadro 5. Sistema de acuicultura Biofloc especializado para peces. ....  | 93 |
| Cuadro 6. Medio Biofloc. ....  | 94 |
| Cuadro 7. Sistema y método para cultivar peces y mariscos. ....  | 94 |
| Cuadro 8. Fórmula de producción de biofloc desnitrificado. ....  | 95 |
| Cuadro 9. Aparato automático de gestión del agua para la cría para prevenir la mortalidad masiva de los productos de acuicultura biofloc. .... | 96 |

## Resumen

El documento presenta los resultados de un estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva de un cultivo de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en sistema de biofloc. Se realizó revisión de artículos científicos y patentes en bases de datos donde recopilan información relevante de diferentes partes del mundo. La investigación es cualitativa, descriptiva, no experimental y la toma de datos transversal. Los factores críticos de vigilancia corresponden a los más relevantes en un sistema de biofloc.

Los resultados indican que las investigaciones se centran en evaluar el rendimiento de los sistemas de biofloc en cuanto a crecimiento y respuesta inmune teniendo en cuenta la especie en cultivo y la variación en las fuentes de carbono, relación C/N y densidades de siembra.

En cuanto al sistema en biofloc para alevinos de tilapia roja es de vital importancia monitorear la calidad del agua con la constante toma de los parámetros físico – químicos del agua y mantener el equilibrio dentro del sistema para que este funcione de forma adecuada.

El establecimiento de un protocolo le da a la empresa una ventaja en la calidad del manejo de sus procesos dejándola bien posicionada en el sector en el que se desenvuelve.

### **Abstrac**

The document presents the results of a technological surveillance and competitive intelligence study of a culture of red tilapia fry (*Oreocromis* sp) in a biofloc system. Scientific articles and patents were reviewed in databases where they collect relevant information from different parts of the world. The research is qualitative, descriptive, non-experimental and cross-sectional data collection. Critical surveillance factors correspond to the most relevant in a biofloc system.

The results indicate that the investigations are focused on evaluating the performance of the biofloc systems in terms of growth and immune response taking into account the species in cultivation and the variation in carbon sources, C / N ratio and planting densities.

Regarding the biofloc system for red tilapia fry, it is of vital importance to monitor the quality of the water with the constant taking of the physical-chemical parameters of the water and to maintain the balance within the system so that it works properly.

Establishing a protocol gives the company an advantage in the quality of its process management, leaving it well positioned in the sector in which it operates.

## Introducción

La piscicultura es uno de los sectores en la producción animal mundial con mayor crecimiento dado que provee una valiosa fuente de proteína y lípidos para la nutrición humana, constituyéndose en una fuente importante para la seguridad alimentaria mundial, y a su vez como una actividad generadora de empleo e ingresos (FAO, 2004).

La tilapia roja se obtuvo de múltiples cruces entre varias especies de tilapia, a saber: *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus* y *Oreochromis hornorum*. Su coloración la hace similar a especies como el pargo rojo y la percha, lo que estimuló a productores e investigadores a iniciar un acelerado programa de hibridación, permitiendo la obtención de nuevas líneas de tilapia roja (Campo, 2003). Para obtener éxito en la producción intensiva de esta especie es necesario brindar las condiciones adecuadas de manejo en ambientes cerrados controlados en los que se tiene en cuenta factores como fase de cultivo, calidad de aguas, suministro de alimento balanceado y protección ante predadores además del suministro de semilla de alta calidad.

A pesar de sus ventajas se presentaron fracasos en la producción comercial de tilapia roja dado que técnicos extranjeros aprovechando la moda (BOOM) y la fe de los inversionistas vendieron paquetes tecnológicos fantásticos y muy costosos, que empleaban tecnologías foráneas similares a las aplicadas en países africanos y asiáticos, dejando incontables fracasos en países como: Colombia, Brasil, Venezuela, Ecuador, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala, México, Jamaica, República Dominicana, Puerto Rico y Estados Unidos (Castillo, 1994; Schramm, 1999).

En la actualidad la experiencia ha demostrado que todo inversionista requiere un paquete técnico adecuado, que debe ser aplicable a la realidad social, política, económica y ambiental. El problema ha radicado en que cada nueva especie o sistema de cultivo impone una nueva moda tras la cual llegan técnicos chinos, coreanos, tailandeses, israelitas, etc. que aprovechan el momento para ofrecer paquetes técnicos fantásticos sin un estudio anterior del medio en el que se va aplicar; que en la gran mayoría de los casos concluyen en el fracaso de grandes inversiones (Campo, 2003).

La vigilancia supone, por tanto, el diseño de sistemas que nos alerten sobre los cambios o las amenazas provenientes de sectores externos al de la empresa, identificando posibles conocimientos, nuevas tecnologías aplicadas, equipos, mercados, competidores, preferencias de los clientes y usos sociales modificados. Con la vigilancia tecnológica la empresa puede progresar, detectando aquellas oportunidades de inversión y comercialización, de forma que su inobservancia puede llevar a reducciones de cuota en el mercado. El esfuerzo de vigilancia contribuirá a la innovación de procesos y productos coadyuvando a la generación y detección de ideas y nuevas soluciones, ésta permite ahorrar recursos y apoya las decisiones sobre estrategias de I+D+i (Muñoz, Marín, Vallejo, 2006). Además de realizar una búsqueda de bases de datos de artículos de investigación indaga y realiza análisis de patentes, el cual permite identificar conocimiento de vanguardia para ser aplicado en las organizaciones, de modo que se genere innovación en los procesos productivos, incrementando la eficiencia y permitiendo la aparición de nuevos productos (Gómez-Soto, Sánchez-Toro & Benavides-Salazar, 2017).

Es así que este estudio de investigación propuso realizar un Estudio de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva sobre un cultivo en sistema biofloc de alevinos de tilapia roja. Con el fin de identificar los estudios de investigación científica y bases de datos

de patentes más relevantes que puedan ser aplicados al cultivo para hacerlo competitivo, funcional y eficiente en la empresa a través del tiempo.

## Capítulo 1

### Planteamiento del problema

#### Antecedentes del problema

La industria piscícola colombiana produce 56.530.098 toneladas métricas de carne de pescado continental, de ese total el 62% es carne de tilapia roja, por lo que existe una creciente demanda de larvas y alevinos los cuales deben presentar características fenotípicas apropiadas a nivel comercial. Nuestro país, al igual que el exterior afronta problemas en los sistemas de producción tradicional, conllevando a que no se cuente con una disponibilidad constante de semilla de buena calidad, afectando las producciones de campo, los rendimientos de proceso y un aumento considerable de agentes infecciosos que generan grandes pérdidas de producción. Razón por la cual los programas de producción y manejo de cultivos intensivos de producción de larvas y alevinos para ceba deben ser manejados con sistemas altamente eficientes (Castillo, 2008).

Lo anterior sumado al acelerado ritmo de crecimiento de la acuicultura, la fuerte competencia y los cambios climáticos; nos llevan a modificar los métodos actuales de producción, utilizando menores áreas productivas, incrementando las densidades de siembra e implementando sistemas de producción súper intensivos. La intensificación de estos sistemas de producción que han encontrado su mayor dificultad en la afectación de la calidad del agua causada por la acumulación de materia orgánica, disminución de los niveles de oxígeno y producción de metabolitos tóxicos, son situaciones que deben evitarse y para ello los productores disponen de diversas alternativas entre las que se tienen cultivos bacterianos



heterotróficos también denominados biofloc, sistemas de recirculación de agua y diferentes combinaciones de microorganismos denominados eficientes (Ladino y Rodríguez, 2008).

La estación piscícola La Esperanza de Agroavícola San Marino, ubicada en el departamento del Tolima presenta una localización privilegiada en el contexto nacional, debido a su posición equidistante al triangulo establecido por las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín y Cali), donde se concentra gran parte de la actividad económica, productiva y poblacional del país (Plan de desarrollo, 2012). Situación que le ha permitido aumentar la demanda de alevinos, aumentando por ende la producción, con la implementación de sistemas de producción intensivos en tanques con geomembrana en sistema biofloc; sin embargo es necesario estar alerta y anticiparse a los avances en materia tecnológica y estudios científicos que permitan estudiar a fondo estos sistemas, sus requerimientos y necesidades para elaborar protocolos de manejo que permitan identificar las oportunidades enfocadas a la innovación para el mejoramiento de los procesos y anticiparse a los cambios y/o amenazas tomando las mejores decisiones que permitan perpetuar la eficiencia y efectividad del sistema productivo.

### **Formulación del Problema**

¿Cuáles son los factores claves a tener en cuenta para lograr un desarrollo eficiente en un sistema de cultivo bacteriano (biofloc) en la producción de alevinos de tilapia a partir de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva?

## Justificación

La aplicación de nuevas tecnologías de producción conlleva a ser más competitivos al optimizar el uso de las áreas productivas, disminuir el factor de conversión alimenticio FCR por sus siglas en inglés (feed conversion rate) y aportar a la conservación del recurso hídrico.

La vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva VT/IC se conoce como el proceso de obtención, análisis, validación y difusión de información de valor estratégico sobre un producto o servicio, que se transmite al o los responsables de la organización para la toma de decisiones en el momento adecuado, partiendo fundamentalmente de la identificación del problema analizar, determinando los objetivos de vigilancia, que conllevan a la determinación de las fuentes de información para poder captarla. “En un mundo donde competir significa tomar decisiones con elevado grado de incertidumbre, los razonamientos y construcción de inteligencia que exigen dichas decisiones, deben estar fundados en evidencias” (Palop & Martínez, 2012, p. 11).

El Proyecto a desarrollar está orientado a aplicar el proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva VT/IC en un cultivo de producción intensiva de alevinos de tilapia roja en sistema de biofloc. Se hace necesario estudiar el estado de la ciencia y el estado de la técnica por la permanente necesidad de conocer los últimos avances de la ciencia y las tendencias tecnológicas de estos sistemas biofloc para la generación de conocimiento, obtener el estado actual y la dinámica experimentada a través de los años que brinde la información necesaria para los directivos; que permita actualizarse y anticiparse al cambio en el momento justo para perpetuar la eficiencia y efectividad del sistema productivo.

Desde este contexto las organizaciones deben ser muy eficientes en la toma de decisiones, proceso que se debe apoyar en la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, de tal forma que se genere una excelente dirección estratégica (Hernández-Fuentes & Sánchez-Mojica, 2017).

Este proceso se desarrolla a partir de la indagación en fuentes de información como revistas de investigación científica, así como también la revisión de bases de datos de patentes; bases fundamentales para documentarse acerca de la innovación que es la base de esta investigación desarrollada a partir de la aplicación de la Inteligencia Competitiva y la Vigilancia Tecnológica para fortalecer la consolidación de información acerca del cultivo de alevinos de tilapia roja en sistema biofloc.

Los resultados obtenidos generaran información que á el sistema productivo en biofloc permitiendo adelantarse en temas de avances tecnológicos y de investigación, beneficiando a la piscícola San Marino por el incremento en el nivel de competitividad y eficiencia en el mercado en el que se desarrolla y perpetuando el trabajo de sus operarios a través del tiempo, además de otros empleos indirectos que dependen de la producción de alevinos.

En el mundo altamente competitivo en el que las empresas se desenvuelven con el paso del tiempo si una no genera innovación en sus procesos es difícil que se mantenga en el flujo de constante cambio y alta competencia.

Con la aplicación de la vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva se generara en la empresa la cultura de la actualización constante de información que pueda ser utilizada en beneficio para la toma de decisiones y así disminuir riesgos e incertidumbre en los diferentes campos de la empresa.

## Capítulo 2

### Objetivos

#### Objetivo General

Realizar un estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva aplicado a un sistema de producción intensiva de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en un cultivo biofloc en la estación piscícola La Esperanza de Agroavícola San Marino, ubicada en el Municipio de Flandes - Tolima.

#### Objetivos Específicos

- Establecer el estado del arte en la producción de alevinos de tilapia roja en sistema de biofloc mediante la selección y análisis de estudios de investigación utilizando la metodología de Vigilancia Tecnológica.
- Determinar el estado de la técnica en el cultivo de alevinos de tilapia roja en sistema de biofloc mediante la indagación de bases de datos de patentes.
- Definir un protocolo de manejo para la producción de alevinos de tilapia roja en sistema de biofloc.

## Capítulo 3

### Marco conceptual y teórico

#### Biología de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

**Clasificación taxonómica de la tilapia roja.** Trewavas, citado por Solarte (2008), describe la Clasificación taxonómica de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*), de la siguiente manera:

REINO: Animal

PHYLUM: Chordata

SUBPHYLUM: Vertebrata

CLASE: Teleostomi

SUPERCLASE: Actinopterygii

SUPERÓRDEN: Acanthopterygii

ÓRDEN: Perciformes

SUBÓRDEN: Percoidei

FAMILIA: Cichlidae

GÉNERO: *Oreochromis*

ESPECIE: *Oreochromis sp.* (Trewavas,)

Nombre Común: Tilapia roja, mojarra roja, pargo de agua dulce, red snapper

**Figura 1. Ejemplar adulto tilapia roja.**



Fuente: Elaboración propia, Autora.

**Generalidades de la especie.** Trewavas citado por Hurtado (2005), manifiesta que: Todas las especies de tilapia son conocidas por su madurez temprana. Las especies de tilapia más comunes (*Oreochromis niloticus*), alcanzan su madurez sexual entre los 30-40 gr, en un intervalo de 2 - 4 meses. Una vez que han madurado, las tilapias pueden realizar la puesta todo el año mientras la temperatura del agua sea superior a los 24 °C. Normalmente, una hembra realiza 8 - 12 puestas en un año en condiciones favorables de temperatura.

Cada puesta puede contener entre 200 y 2000 huevos. Después de la fertilización, uno o ambos padres vigilan cuidadosamente los embriones en desarrollo hasta que eclosionan y las larvas alcanzan el estadio de natación libre.

**Biología de la especie.** Según el Ministerio de Industria y Comercio de Honduras (SIC) (2011). El rango de peso de los peces adultos oscila entre 1000 a 3000 gramos, la edad de madurez sexual de los machos esta entre los 4 a 6 meses y en hembras comprende entre los 3

a 5 meses, el rango de número de desoves es de 5 a 8 veces/año, el rango de temperatura para el desove es de 25 a 31 grados centígrados, el número de huevos por hembra en un desove bajo buenas condiciones mayores es de 100 huevos hasta un promedio de 1500 dependiendo de las características físicas de la hembra como son (talla, peso y edad), la vida útil de los reproductores es de dos a tres años, presentan incubación bucal, el tiempo de incubación es de tres a seis días, el periodo de cuidado de las larvas es de cinco a siete días, la proporción de la siembra de reproductores es un macho por cada tres hembras y el tiempo de cultivo bajo buenas condiciones es de siete a ocho meses, cuando se alcanza un peso comercial de 500 gramos (depende de la temperatura día vs. noche, densidad de siembra y técnica de manejo).

**Características morfológicas.** De acuerdo con el SIC, la tilapia roja es de cuerpo alargado y angosto con una boca pequeña que no llega al margen del ojo. La longitud de su cuerpo es de 3,0 a 3,1 veces el ancho de la cabeza y de 2,4 a 2,5 veces la altura.

**Hábitos alimenticios.** Alamilla, menciona que: "todas las tilapias tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros peces que se alimentan o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros. Las adaptaciones estructurales de las Tilapias a esta dieta son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos".

**Hábitos reproductivos.** Fitzimmon (1993), asegura que las principales tilapias cultivadas, pertenecen, al género *Oreochromis* que posee cuidados maternos, ejercidos sobre los huevos una vez fertilizados y también sobre sus crías en los primeros estadios.

En el primer caso, la incubación es bucal y en el segundo, la hembra actúa como refugio de la progenie durante las primeras semanas de eclosión. En todos los casos y en forma natural, los machos excavan en el fondo de los cuerpos de agua donde habitan, construyendo nidos en aguas someras, a menos de 1,0 m. de profundidad.

La hembra desova entre 1-2 huevos por gramo de peso y luego de la fertilización de la puesta por el macho, los recoge llevándolos en la boca hasta su eclosión. Las larvas al eclosionar quedan en la cavidad bucal hasta la reabsorción de su vesícula vitelina y buscan a menudo refugio durante varios días, hasta después de que su vejiga hidrostática sea funcional.

La madurez sexual, en función de la edad y la talla, es por lo general temprana a tamaño pequeño y edad juvenil (Tabla 1).

**Tabla 1. Características maduración sexual de la tilapia roja.**

| <b>Característica</b>              | <b>Valor</b>  |
|------------------------------------|---|
| Edad                               | 2-3 meses   |
| Peso                               | 70-100 gramos   |
| Longitud                           | 10-18 cm  |
| Temperatura para desove            | Óptima 25-30°C  |
| Fecundidad                         | Rango: 100-2000 huevos/desove<br>Promedio: 200-400 huevos/desove<br>Una hembra de 200grs: 250-500 |
| Tamaño óptimo para la reproducción | Alevinos/4-5 semanas<br>100-200 gramos  |

Fuente: Cantor, F. (2007)

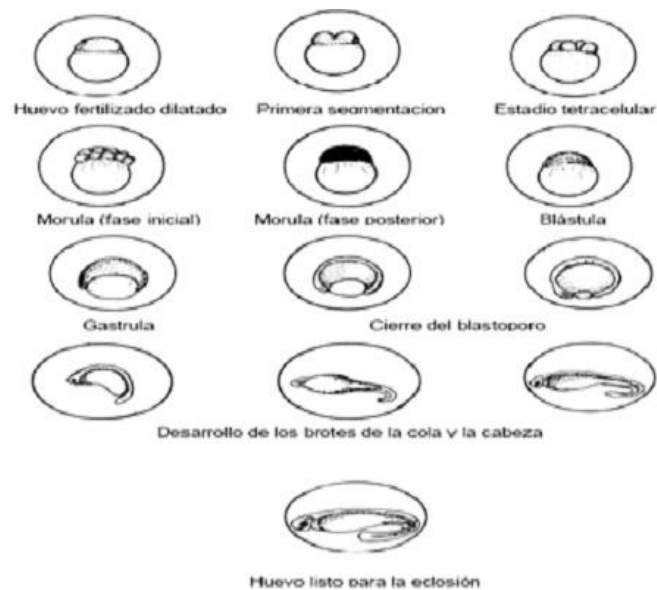
**Selección de reproductores.** Según FIAGRO, un reproductor debe cumplir con las



siguientes características: Buena progenie-superior a la población, poseer un cuerpo proporcionalmente ancho comparado con su longitud, es decir que su cabeza quepa más de 1,5 veces el ancho del cuerpo, tener cabeza pequeña y redonda, poseer buena conformación corporal (buen filete, cabeza pequeña, pedúnculo caudal corto, etc.), estar libre de toda mal formación, ser cabezas de lote, estar sexualmente maduro y poseer buena coloración y en el caso de la tilapia roja estar libre de manchas.

**Desarrollo embrionario.** Woynarovich y Horváth (1981), sostienen que, cuando termina el proceso de dilatación del huevo, las dos partes de la masa central están ya formadas y son fácilmente distinguibles por su forma y su color. El polo animal se alza como un pequeño promontorio sobre la masa vitelina y adquiere una coloración amarillo oscura. Tras un breve intervalo, cuya duración depende de la temperatura del agua, comienza la segmentación del polo animal y el promontorio unicelular se divide sucesivamente en 2, 4, 8, 16 y 32 células. En esa fase presenta el aspecto de una mora y por ello ese estadio se conoce con el nombre de mórula (Figura 2). Las subdivisiones sucesivas de esas células producen un blastodermo multicelular, que al principio no tiene más que una capa de células y gradualmente adquiere varias capas. Cada una de esas células se llama un “blastómero”. A medida que el número de blastómeros aumenta, su tamaño disminuye.

**Figura 2. Desarrollo del huevo fertilizado.**



Fuente: Woynarovich, E y Horváth, L. (1981)

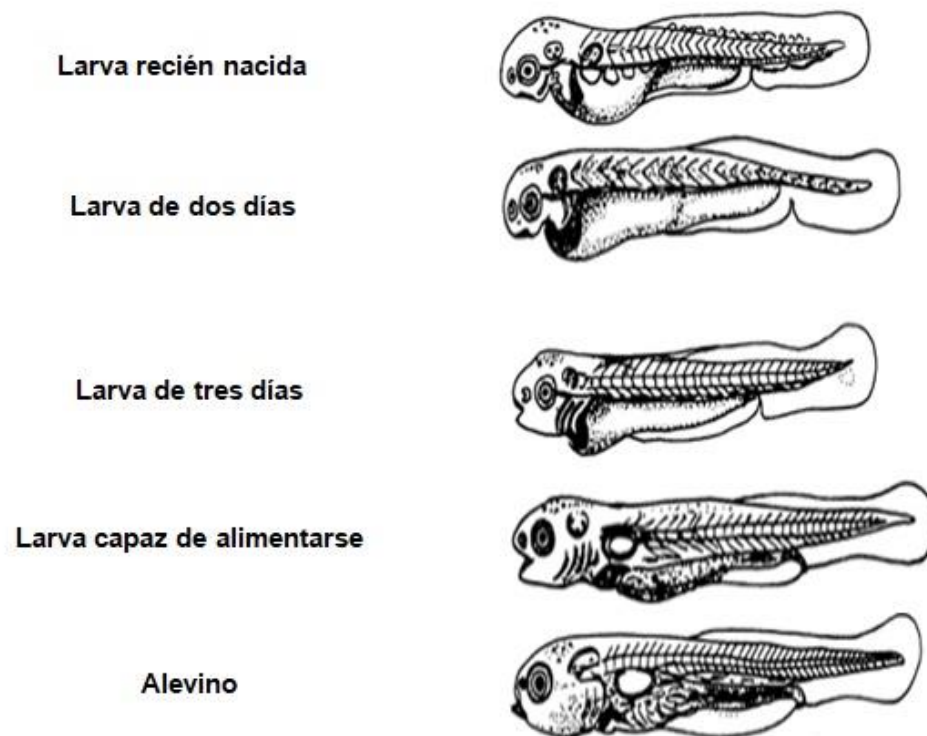
En el estado de mórula el embrión es muy sensible a las sacudidas y las células pueden desprenderse de la superficie, causando la muerte del embrión. Más tarde aparece entre el vitelo y la masa celular un espacio denominado cavidad de segmentación. Se dice entonces que el embrión se halla en el estadio de blástula. Inicialmente las células del blastodermo se disponen encima del vitelo formando una especie de gorro.

A medida que avanza la división celular, las células comienzan a envolver el vitelo hasta rodearlo completamente, dejando sólo en el extremo una pequeña apertura, el blastoporo, que más tarde se cierra también. Se llega así al punto de transición entre el estadio germinativo inicial y el estadio de desarrollo embrionario.

La masa celular adquiere mayor espesor y se dispone en forma de diadema en el lado opuesto al blastoporo. Al mismo tiempo aparecen en ambos extremos los brotes de la cabeza

y de la aleta caudal. Poco después, ambos brotes son claramente definibles y aparecen los primeros segmentos del cuerpo. En la cabeza se desarrollan los ojos (“vesículas ópticas”) y el brote de la cola empieza a crecer longitudinalmente (Figura 3). A mitad del proceso de desarrollo se forma el corazón y empieza a latir. Al mismo tiempo, en la superficie de la masa vitelina se forma un sistema capilar o un vaso sanguíneo.

**Figura 3. Desarrollo embrión y larva.**



Fuente: Woynarovich, E y Horváth, L. (1981)

El embrión empieza a agitar la cola ocasionalmente y más tarde agita todo el cuerpo. Posteriormente, el embrión comienza a girar dentro del espacio perivitelino. Ese movimiento giratorio y los demás movimientos se hacen más enérgicos antes de la eclosión. Los metabolitos del embrión contienen algunas enzimas que actúan sobre la membrana del huevo

y la disuelven desde dentro, debitándola y permitiendo al embrión romperla fácilmente y salir.

**Calidad de agua.** De acuerdo con Martínez (2008), la calidad del agua está determinada por sus propiedades fisicoquímicas, entre las que se destacan la temperatura, oxígeno, pH, entre otras (Tabla 2). Estas propiedades influyen en los aspectos productivos y reproductivos de los peces. Por lo que es importante que los parámetros se mantengan dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de los peces.

**Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos adecuados para el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)**

| <b>Variable</b>         | <b>Rangos ideales</b> |
|-------------------------|-----------------------|
| Oxígeno disuelto        | 3 a 10 mg/l           |
| Temperatura             | 24 a 28 °C            |
| PH                      | 6.5 a 9.0             |
| Amonio Total            | Hasta 2.0 mg/l        |
| Turbidez (Disco Secchi) | 30 a 40 cm.           |

Fuente: Cantor, F. (2007)

La tilapia es en general, altamente tolerante a las altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altos niveles de amoníaco; resistiendo además, las altas concentraciones de salinidad. Sin embargo, tienen poca tolerancia a las bajas temperaturas.

**Métodos de obtención de alevinos.** A continuación se describen los métodos para la obtención de alevinos.

**Incubación natural.** Espejo (2001) afirma que “tanto la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) como la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) son especies incubadoras bucales, es decir, que guardan los huevos fertilizados en sus cavidades bucales por un período de 60 a 72 horas, esta característica hace que la sobrevivencia de las larvas, al ingresar a la reversión sexual sea mayor, entre 85 y 90 %”.

**Incubación artificial.** Prieto y Olivera (2002) manifiestan que los huevos de las especies de *Oreochromis* se incuban en recipientes con fondo redondeado, lo cual permite la continua rotación de los huevos. Debido a su gran tamaño (1,4 – 2,2 mm) y peso (3,8 – 7,8 mg) tienden a caer rápidamente al fondo del recipiente por lo cual se debe mantener un flujo de agua constante, simulando el movimiento de rotación que los huevos sufren en la boca de la hembra. Las Incubadoras de 20 litros de capacidad, pueden ser usadas para incubar hasta 80.000 huevos con gran eficiencia en la utilización de agua (10.000 huevos requieren 1,0 L/s, comparado con cerca de 1,0 L/min para 1000 huevos en incubadoras más pequeñas).

Estos autores afirman que el sistema de incubación artificial de huevos de Tilapia es muy efectivo para producir una alta calidad de alevinos con un mínimo grado de manipulación, control sobre las condiciones fisicoquímicas del agua de incubación, mejor monitoreo de los reproductores en términos de producción de huevos y alevinos, así como el aprovechamiento del 100% de las larvas sexualmente indiferenciadas para someter a tratamientos hormonales de reversión sexual, con resultados por encima del 99%. Al poder incubar embriones de la misma edad, o con diferencia de edades muy cercanas, se obtienen poblaciones con diferencias de tamaño mínimas lo que evita problemas de canibalismo.

Según Woynarovich y Horváth “las incubadoras actualmente utilizadas para la incubación

de cíclicos son las de tipo Mc Donald, las cuales son un recipiente cilíndrico con fondo esférico. El agua entra por un tubo que llega hasta el fondo del cilindro y en su movimiento ascendente mueve y mezcla la masa de huevos continuamente”.

**Larvicultura.** los mismos autores mencionan que después de la eclosión, las larvas emergen a la superficie y van abandonando las incubadoras para caer atrapadas en bandejas de poca profundidad que pueden ser utilizadas para mantenerlas hasta por 20 días, una vez nadan horizontalmente y comen activamente se trasladan a unidades más grandes como estanques o jaulas.

El tiempo que toman las larvas en reabsorber su saco vitelino varía de 4 a 5,5 días, si se mantienen las mismas condiciones ambientales que se presentaron en el proceso de incubación.

**Reproducción.** Sobre los estanques de reproducción, el mismo autor afirma que deben tener un área entre 500 y 1500 m<sup>2</sup> para facilitar la recolección de alevinos y la cosecha. Para asegurar una producción alta y constante, es importante monitorear con frecuencia parámetros como oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos. Se emplean estanques exteriores para las fases de maduración de reproductores y desove.

Los estanques interiores se utilizan para los procesos de reversión y pre cría y son cubiertos con algún tipo de plástico para mantener la temperatura constante. En los estanques de reproducción es necesario tener un sistema anti pájaros, como mallas, para evitar la depredación de carnadas y ataques a reproductores adultos.

**Siembra de reproductores.** Según Fiagro, para obtener una buena reproducción de larvas se recomienda emplear una proporción de uno a dos machos por tres hembras, sin exceder 1,0 kg de biomasa por metro cuadrado, debido a que se disminuye la postura.

**Desove.** El SIC describe la secuencia de los eventos característicos del comportamiento reproductivo (apareamiento) de la tilapia roja, de la siguiente manera:

- Después de 3 a 4 días de sembrados los reproductores se acostumbran a sus alrededores.
- En el fondo del estanque el macho delimita y defiende su territorio. Limpiando un área circular de 20 a 30 cm de diámetro forma su nido. En estanques con fondos blandos el nido es excavado con la boca y tiene una profundidad de 5 a 8 cm.
- La hembra es atraída hacia el nido en donde es cortejada por el macho.
- La hembra deposita sus huevos en el nido para que inmediatamente sean fertilizados por el macho.
- La hembra recoge los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido.
- El macho continua cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse.
- Para completarse el cortejo y desove requieren de menos de un día.
- Antes de la eclosión los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra. Las larvas jóvenes (con saco vitelino) permanecen con su madre por un periodo adicional de 5 a 7 días, escondiéndose en su boca. Las hembras no se alimentan durante los periodos de incubación y cuidado de las larvas.
- Las hembras están listas para aparearse de nuevo aproximadamente una semana después de que ella deja de cuidar a las larvas.

- Después de dejar a sus madres las larvas forman grupos (bancos) que pueden ser fácilmente capturados con redes de pequeño ojo de malla. Bancos grandes de pequeños peces pueden ser vistos de 12 a 18 días después de la siembra de los reproductores.

### **Tecnología biofloc.**

La tecnología de los biofloc, se basa en aprovechar los residuos de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos a través de microorganismos presentes en los medios acuáticos, dando condiciones de dominancia a comunidades bacterianas quimio/foto autótrofos y heterótrofas, resolviendo así sustancialmente los problemas de saturación de nutrientes a partir de su reciclaje (Avnimelech, 2009).

Lujan (2011), afirma que la tecnología El BFT por sus siglas en inglés (Bio-Floc Technology) ofrece una solución a los problemas ambientales por la descarga de los productos de desechos en los cuerpos de agua, a la dependencia por la harina y aceite de pescado por parte de la acuicultura y posibilidad de reducir las tasas de alimentación en estos sistemas.

Así mismo sostiene que los sistemas de bioflocs, también conocida como “flóculos”, incluyen el co - cultivo de bacterias heterótrofas y algas. El sistema se basa en el conocimiento de los sistemas de tratamiento de aguas servidas y su aplicación en ambientes acuícolas.

Los denominados bioflocs están constituidos por agregados de bacterias heterótrofas, fitoplancton, zooplancton y hongos entre otros microorganismos los cuales se desarrollan a partir de la materia orgánica disponible en el medio acuático. En términos generales, las



bacterias heterótrofas son pioneras en la conformación del biofloc (Ladino y Rodriguez, 2008).

**Flóculos microbianos.** Según Schryver, los flóculos microbioanos consisten en una mezcla heterogénea de microorganismos (formadores de flóculos y bacterias filamentosas), partículas, coloides, polímeros orgánicos, cationes y células muertas y puede alcanzar más de 1000 micras de tamaño.

La combinación de una bacteria ácido láctica, una bacteria fototrófica y una levadura también conocida como EM (effective microorganisms) se desarrolla en un medio con pH ácido de 4 o menor, el cual es producto de la fermentación anaeróbica de los carbohidratos contenidos en la melaza, es promocionada por lo que han denominado su capacidad sinérgica, sintrópica y metabiótica para ser empleada en muchos campos, uno de ellos es la disminución de la capacidad contaminante de las aguas servidas dada su capacidad para desdoblar la materia orgánica (Benavides y López, 2012).

**Sistema biofloc.** El Nitrógeno puede estar presente en los ambientes acuáticos en diferentes formas de las cuales, los nitratos y el amonio son los más importantes para los ecosistemas acuáticos, por cuanto constituyen la fuente principal de N biodisponible para la generación de cadenas tróficas, siendo que el amonio ( $\text{NH}_3$ ) y el nitrito ( $\text{NO}_2$ ) son tóxicos para los peces y se convierten en un factor limitante para el crecimiento y sobrevivencia de estos en cultivo, así removerlo o transformarlo en nitrógeno no tóxico es esencial cuando se pretende aumentar la biomasa del sistema y disminuir los riesgos (Ebeling y Timmons, 2006 en Collazos y Arias, 2015). Las algas ayudan a aliviar los niveles elevados de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) que son tóxicos para los peces, porque absorben nitrógeno del agua

como parte de su metabolismo. La actividad básica de las algas conduce a la producción de glucosa. Sin embargo, un componente básico de las células de las algas es una proteína que se sintetiza a partir de la glucosa utilizando nitrógeno que se absorbe del agua (Avnimelech, 2012).

El BFT, que se fundamenta en mantener las condiciones de calidad del agua en relación con la fijación y control del nitrógeno inorgánico tóxico ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$ ), y en generar “in situ”, proteína microbiana aprovechable como alimento por la especie cultivada (Ekasari et al., 2014; Emerenciano, 2013; Monroy-Dosta et al., 2013; Craig et al., 2012; Kubitza, 2011; Avnimelech, 2009; De Schryver et al., 2008).

La variedad de bacterias presentes en un sistema de biofloc, son capaces de degradar las diferentes formas de nitrógeno incluidas las más nocivas para los peces (Avnimelech, 2009). El conjunto de toda las formas vivas asociadas y relacionadas con un sin número de partículas orgánicas e inorgánicas con las que forman películas en las paredes de los contenedores o aglomerados amorfos suspendidas en la columna de agua (biofloc), los cuales se mantienen unidos por una matriz de mucosidad que es secretada por las propias bacterias y los microorganismos filamentosos que los componen y por atracción electrostática (Avnimelech et al., 2008, De Schryver et al., 2008)

El sistema de biofloc posee la habilidad de reciclar las proteínas; dado que en la acuicultura convencional, cerca del 20-25% de la proteína del alimento es retenida por el pez, mientras que con los BFT, el amonio es convertido en proteína microbiana (a través de la adición de carbohidratos), que puede ser utilizada como fuente de proteína (Reyes, 2006).

**Compuestos nitrogenados en cultivos biofloc.** Se conocen tres grupos de microbióna de remoción de compuestos nitrogenados del agua, interactúan en diferentes grados en los sistemas biofloc, asimilación por algas, oxidación por bacterias quimioautótrofas y asimilación por bacterias heterotróficas (Ray y Lotz, 2014 en Collazos y Arias, 2015).

Los organismos que interactúan en el ciclo del nitrógeno, degradan restos de alimento no consumido y heces incorporando compuestos nitrogenados tóxicos al desarrollo de sus funciones vitales.

**Parámetros producción de biofloc.** En cultivos con biofloc los sistemas de incorporación de oxígeno al agua son fundamentales, sin oxígeno suficiente no es posible construir biofloc. Se debe suministrar suficiente oxígeno para la respiración y reacciones de nitrificación propias en la metabolización de compuestos nitrogenados tóxicos de los microorganismos contenidos en el sistema (Timmons et al., 2002).

Una temperatura del agua intermedia de 20-25 °C es ideal para obtener flóculos de manera estable, con un volumen intermedio de aproximadamente 200 ml g<sup>-1</sup> (Benavides y López, 2012).

El pH y la alcalinidad en sistemas de producción con BFT normalmente permanecen estables en el agua con rangos y valores de 7 – 9 y > 50 mg de CaCO<sub>3</sub> /L respectivamente, existiendo una relación directa entre los procesos de nitrificación y la alcalinidad e inversos en relación con el pH, en este sentido cuando el pH es alto promueve toxicidad por amonio no ionizado (Avnimelech, 2009).

**Composición de biofloc.** El biofloc está conformado principalmente por: microalgas, ciliados, rotíferos, nematodos, bacterias y la levadura *Rhodotorula* sp. En la tabla 3 se presenta los microorganismos de los que está compuesto el biofloc y algunas de sus características.

**Tabla 3. Composición de biofloc.**

| <b>Semana aparición</b> | <b>Microorganismo</b> | <b>Géneros y especies identificadas</b>  | <b>Características</b>   |
|-------------------------|-----------------------|--|--|
| Tercera semana          | Bacterias y levaduras | <i>Aeromonas</i> y <i>Vibrio</i>   | Habitantes comunes del ambiente acuático   |
| Cuarta semana           |                       | <i>Sphingomonas</i> ,<br><i>Pseudomonas</i> y <i>Bacillus</i><br>y la levadura<br><i>Rhodotorula</i> sp. La<br>bacteria filamentosa<br><i>Microthrix</i> sp. | Comunidades<br>microbianas<br>heterótrofas con alta<br>capacidad de degradar<br>materia orgánica |
| Sexta semana            |                       | <i>Nitrospira</i> sp. y<br><i>Nitrobacter</i> sp. y<br><i>Bacillus</i> sp.   | Bacterias encargadas<br>de la transformación<br>del nitrógeno en el<br>ambiente acuático         |
| Tercera semana          | Microalgas            | clorofitas<br>diatomeas<br>cianobacterias  |  |
| Tercera semana          | Ciliados              | Géneros <i>Paramecium</i> ,<br><i>Colpidium</i> y<br><i>Stylonychia</i> , <i>Colpidium</i>   | Los nematodos son<br>uno de los grupos más<br>importantes en los                                 |

| Semana aparición | Microorganismo | Géneros y especies identificadas | Características   |
|------------------|----------------|----------------------------------|---|
|                  |                | Vorticella, Epystilis y Halteria | sistemas biofloc su abundancia está determinada por la presencia de diversos ciliados fuente de su alimentación |
| Tercera semana   | Rotíferos      | Género Philodina                 |   |
| cuarta semana    | Nematodos      | Género Lecane<br>Nematodos       | Fuente de alimento vivo in situ para peces  |

Fuente: Monroy, M. *et al.* (2013)

### **Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.**

Según la norma AENOR citada por Aldasoro, Cantonnet y Cilleruelo (2012) define vigilancia tecnológica como un proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios.

Para profundizar más en la definición de Vigilancia Tecnológica, es una herramienta de Gestión de la Innovación que permite interpretar información del entorno y transformarla en ideas para el beneficio de la organización a nivel competitivo (Palop y Martínez, 2012).

La vigilancia tecnológica se convierte en una estructura de captación de información exógena, tratamiento y conversión en conocimiento conducente a la toma de decisiones,

sujetos a un riesgo menor y una mayor anticipación a los cambios. De esta forma, la creciente necesidad de innovar para competir obliga a disponer de un sistema que descifre las numerosas señales que los mercados emiten, al tiempo que a través de él debemos ser capaces de desentrañar la interrelaciones de factores y, en la medida de lo posible, modelizarlas. Esta organización y tratamiento de la información será necesario para poder definir estrategias de innovación (Pellisser, 2008).

Vigilancia tecnológica es una metodología sistematizada para obtención de información respecto al estado actual y ejecución del desarrollo científico – tecnológico, a partir de la recopilación de datos procedentes del interior y del entorno de la organización, de la transformación de dichos datos en información de gran valor, del procesamiento y análisis para generar reportes que orienten en la toma de decisiones organizacionales de forma dinámica, manteniendo un monitoreo constante de los cambios producidos en los datos, actualizando los datos.

**Figura 4. Proceso vigilancia tecnológica.**



Fuente: González, (2012)

Es necesario conocer las particularidades del entorno que afecta la organización, en sus

cuatro dimensiones de la (Vigilancia Tecnológica/Inteligencia Competitiva), vigilancia tecnológica, vigilancia de competidores, vigilancia de mercados y vigilancia del entorno, donde el conocimiento del entorno se convertirá en una herramienta para estar atentos a los cambios actuales y los que se pueden presentar en un futuro, permitiendo la disminución de riesgos y de incertidumbre, en el proceso de toma de decisiones para beneficio de la organización y aprendizaje de las lecciones de situaciones similares (Palop, 2012).

**Tabla 4. Dimensiones atención de la Vigilancia Tecnológica/Inteligencia Competitiva**

| <b>Factores</b> | <b>Elementos</b>   |
|-----------------|--|
| Tecnologías     | Maquinaria y tecnología Industrial<br>Avance técnico del sector<br>Maquinaria y Tecnología de la competencia<br>Patentes de la tecnología y del Diseño   |
| Mercados        | Posicionamiento en el mercado<br>Cuota del mercado<br>Evolución de las ventas<br>Distribuidores, número y tamaño<br>Canales de distribución, Medios y características.<br>Barreras de entrada y salida en el sector                              |
| Clientes        | Necesidades reales y potenciales<br>Demandas reales y potenciales<br>Hábitos de consumo y comportamiento<br>Perfiles de los consumidores y clientes<br>Proveedores<br>Comportamiento de los proveedores<br>Poder de negociación. Número y tamaño |
| Entorno         | Legislación aplicable mercantil, laboral, medioambiental<br>Normas técnicas de la maquinaria y tecnología  |

| Factores     | Elementos  |
|--------------|--|
| Productos    | Políticas sociales y económicas                        |
|              | Sociología y comportamiento general de la sociedad     |
|              | Coyuntura económico-financiera                         |
| Competidores | Líneas de producto existentes en el mercado            |
|              | Productos de la competencia y su impacto en el mercado |
|              | Investigación y Desarrollo de nuevos productos         |
|              | Competidores actuales. Comportamiento y situación      |
|              | Competidores potenciales. Impacto en el sector         |

Fuente: Fundación Economía Global, (2010) de Palop y Martínez, (2012)

La inteligencia competitiva va más allá, al gestionar y analizar, más a fondo, la información recolectada, esto con el fin de realizar una adecuada toma de decisiones en el momento oportuno; por otro lado, la vigilancia tecnológica analiza la importancia de dicha información, proporcionando un conjunto de amenazas y oportunidades de un entorno (Ramírez, Escobar y Arango 2012).

Para la norma UNE 166.006:2011, «la inteligencia competitiva comprende [...] el análisis, interpretación y comunicación de información de valor estratégico acerca del ambiente de negocios, de los competidores y de la propia organización, que se transmite a los responsables de la toma de decisiones como elemento de apoyo para ajustar el rumbo y marcar posibles caminos de evolución de interés para la organización. Dicha norma define la Inteligencia Competitiva en su apartado 3.3 como: «Proceso ético y sistemático de recolección y análisis de información acerca del ambiente de negocios, de los competidores y de la propia organización, y comunicación de sus significado e implicaciones destinada a la



toma de decisiones» (AENOR, 2011 de Palop, 2012).

La confluencia en las últimas décadas de un conjunto de cambios en el entorno socioeconómico y tecnológico de las organizaciones viene sometiendo a estas a importantes retos en su adaptación a dichos cambios. Detrás de esa necesidad de adaptación se encuentra su capacidad de aprendizaje sobre los mismos y la integración de dicha capacidad en el proceso de decisiones en el plano organizativo y estratégico. El que esa adaptación sea eficaz está ligada, como se expondrá, a la forma en que se produce dicho aprendizaje y al modo en que se construyen y adoptan las decisiones (Palop, 2012).

El desarrollo de un proceso de inteligencia competitiva requiere de la existencia de unas prioridades estratégicas para poder contribuir y aportar eficazmente al desempeño de la organización.

En el desarrollo de una investigación es fundamental identificar la existencia y evolución de alternativas tecnológicas disponibles en el mundo, que apunten a satisfacer necesidades similares a las propuestas por la tecnología investigada, con el fin de fundamentar el esfuerzo investigativo.

En términos generales, la Inteligencia Competitiva es el proceso por el que las organizaciones reúnen y analizan información y evidencias que puedan traducirse en acción sobre los competidores y el entorno competitivo, y en el supuesto ideal, la aplican a su proceso de toma de decisiones y planificación para mejorar su rendimiento (Palop, 2012).

La inteligencia se diferencia de la vigilancia en que no se limita en la mera obtención de información sino que hace énfasis en la selección de esta información, en su análisis y en su

presentación de forma adecuada para que los directivos puedan tomar las decisiones (Aldasaro, Cantonnet y Cilleruelo 2012).

Según la norma AENOR UNE 166:2011, los requisitos generales para poder implantar un sistema de Vigilancia Tecnología e Inteligencia Competitiva son:

1. Identificar las áreas de actuación del sistema de Vigilancia Tecnología e Inteligencia Competitiva.
2. Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para permitir la operación y seguimiento del proceso.
3. Realizar el seguimiento, la medición y el análisis del proceso.
4. Llevar a cabo las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua del proceso.

Los procesos llevados a cabo en la Vigilancia Tecnología e Inteligencia Competitiva traerán beneficios sobre la empresa u organización que la desarrollen, estos beneficios se describen en la tabla 5.

**Tabla 5. Beneficios de la aplicación de la Vigilancia Tecnología e Inteligencia Competitiva en una empresa.**

| Beneficio   | Explicación   |
|-------------|---|
| Anticiparse | <p>Alerta sobre cambios o amenazas que provengan de algún sector diferente al de la empresa.</p> <p>Indica la existencia de nuevos nichos de mercados.</p> <p>Alerta sobre sorpresas tecnológicas, comerciales y del entorno.</p> |

| Beneficio                            | Explicación  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | Identifica “Oportunidades, amenazas, debilidades y fortalezas”.  |
| Reducir Riesgos e incertidumbre      | Permite detectar competidores o productos entrantes.   |
| Ayuda en el proceso de innovación    | Ayuda a decidir el programa de I+D+i y la estrategia que llevará.<br>Aporta al proceso de toma de decisiones y planeación estratégica de las empresas.<br>Ayuda a justificar el abandono de un proyecto. |
| Cooperación al conocer nuevos socios | Identificar enlaces academia - sector productivo.  |

Fuente: Adaptación autora.

Palop y Vicente, 1999 citados por Palop y Martínez, (2012) mencionan que la Vigilancia Tecnológica/Inteligencia Competitiva deben posibilitar que sea: Competitiva, apuntando a que las decisiones tomadas con su apoyo contribuyan a la mejora de la competitividad de la empresa. No basta centrarse en aspectos estrictamente tecnológicos, es necesario abordar su contexto. En ese sentido contribuye a la calidad del producto/servicio, planificación estratégica y al conocimiento del mercado. Prospectiva, de la Vigilancia Tecnológica/Inteligencia Competitiva debe esperarse anticipación. El tratamiento de los temas exige entender su dinámica de evolución. Los hechos, lo que acontece y sus implicaciones, permitiendo identificar las tendencias de su probable evolución. De esta forma permite: Informar “a tiempo” y permanente, evaluar los riesgos e impactos potenciales de la novedad. Focalizada. Evitar abarcar todo sobre un tema, se necesita. Delimitar los campos de atención e investigación.

### **Etapas esenciales del proceso de trabajo de la Inteligencia Competitiva.**

A continuación se describe una metodología para el desarrollo de vigilancia tecnológica propuesta por Millán y Comai (2006).

**Diagnóstico.** Se debe identificar y precisar el tema a vigilar. Para ello, se identifican las necesidades de información, las tecnologías a vigilar y los factores críticos de vigilancia (FCV) para definir la estrategia de vigilancia más adecuada para la organización, estableciendo una hoja de ruta con objetivos y responsabilidades viables a partir de los recursos humanos, materiales y económicos que la organización dispone y decide dedicar al proceso. Se debe implicar a toda la organización.

Los factores críticos de vigilancia son los aspectos claves a vigilar y se determinan por cada actividad de la cadena de valor de la organización. Además, para precisar la búsqueda de información, es recomendable acompañar los FCV con descriptores, palabras clave, prioridad, horizonte temporal, etc. Los FCV son característicos del sector de actividad, de la estrategia particular de la empresa y son variables en el tiempo (Palop y Vicente, 1999). Son de gran utilidad para medir la intensidad y rapidez de los cambios tecnológicos de nuestro entorno competitivo. De alguna manera nos sirven para determinar el riesgo de obsolescencia tecnológica, los potenciales peligros de un disruptor lateral y para identificar oportunidades relacionadas con la innovación tecnológica.

Los principios de gestión del conocimiento reconocen la importancia del conocimiento como un factor competitivo clave en cualquier organización; así como la dependencia en la innovación y la productividad de sus usuarios, lo que permite obtener elementos que conforman el ciclo de la Inteligencia Competitiva.

**Búsqueda y captura de información.** La tarea primordial es: diseñar e implementar la estrategia de recopilación de información. Para ello, se definen los objetivos de la búsqueda de información y se elabora la estrategia para precisar las necesidades, localizar la información y capturarla de una manera organizada. Para lo cual se realizan tareas como: identificación de palabras clave, validación de expertos, selección de fuentes de información relevantes, formulación de ecuación de búsqueda y elaboración del corpus o registros realizados.

Esta etapa requiere combinar conocimientos en vigilancia y habilidades técnicas para el manejo eficiente de herramientas informáticas, así como aprender y desarrollar competencias digitales de apoyo para gestionar la infoxicación o sobreinformación que emerge con Internet. Entre los recursos útiles disponibles en la red, puede utilizar: observa un metabuscador en Ciencia y Tecnología, que ofrece información relevante sobre ciencia, tecnología e innovación producida en Iberoamérica y organiza sus resultados atendiendo a fuentes de información estratégicas para la vigilancia tecnológica, como:

Patentes, publicaciones y artículos científicos, grupos de investigación, ofertas y demandas tecnológicas, ferias y congresos, recursos educativos abiertos, normativa y legislación.

Convocatorias y ayudas, proyectos innovadores, buenas prácticas, casos de éxito, contactos y colaboradores.

**Análisis de la información.** La tarea primordial es: procesar y analizar la información encontrada para filtrar lo relevante. Para ello, se combinan criterios de validación de la información obtenida, técnicas analíticas de información y herramientas informáticas especializadas que ayuden al equipo a seleccionar la información relevante según los

objetivos de búsqueda. En esta fase, resultan de ayuda herramientas como: mapas tecnológicos, software de patentes, gestores bibliográficos, visualización de información o software integrales de vigilancia tecnológica.

**Valorización de la información relevante.** La tarea primordial es: elaborar productos con los resultados obtenidos.

Para ello, una vez concretados los resultados y valorada su trascendencia, se han de generar los denominados productos de vigilancia tecnológica. Estos son soportes de información confeccionados con los resultados de información obtenidos del proceso de vigilancia tecnológica, y que conformarán el medio de difusión de éstos en la organización.

Los más relevantes son:

- Boletín o informe de vigilancia tecnológica.
- Boletín de oportunidades tecnológicas.
- Informes de prospectiva y tendencias.
- Estudios de patentes.
- Seguimiento del entorno.

**Difusión y comunicación.** La tarea primordial es: diseminar los resultados del proceso a las personas con responsabilidades pertinentes en la organización. Para ello, se ha de diseñar una estrategia de comunicación interna eficaz y distribuida en toda la organización, que cubra las necesidades de información del personal y utilice los medios de comunicación más generalizados en la organización, abarcando tanto los informales como los formales.

Además, el proceso de vigilancia tecnológica ha de contemplar un espacio para la participación de estas personas, ya que la comunicación es una consecuencia de un procedimiento llevado a cabo.

**Orientación en la toma de decisiones.** La tarea primordial es: apoyar el proceso de toma de decisiones de los empleados en la organización. Para ello, a partir de la difusión de los productos de vigilancia tecnológica, se debe promover la reflexión interna y colectiva sobre a las implicaciones tecnológicas, productivas y competitivas de los resultados obtenidos. Se trata de interpretar los resultados y proponer posibilidades de actuación para servir de apoyo al proceso de toma de decisiones continuo en la organización.

Esta última fase, evidencia como la inteligencia competitiva es la razón de ser de emprender un proceso de vigilancia tecnológica sistematizado y distribuido en la organización.

### **Herramientas de vigilancia tecnológica**

La plataforma Iberoamericana de contenidos y servicios en Transferencia de Tecnología, Conocimiento e Innovación. Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología OVVT. Es un instrumento que a través de su plataforma virtual, facilita el acceso a información científica y tecnológica promoviendo, con ello, la importancia de implementar prácticas de vigilancia tecnológica y el uso avanzado de Internet en proyectos de I+D+i.

De acuerdo al OVVT (2015) Las herramientas de vigilancia tecnológica son un instrumento imprescindible para captar, procesar y transformar la gran cantidad de datos e

información disponible en conocimiento útil para la toma de decisiones en una organización. Existen múltiples tipos de herramientas tecnológicas, diversas según sus características y la casuística, las fuentes de información sobre las que trabajan y los procesos de vigilancia que apoyan, entre otras peculiaridades.

Es recomendable escoger las herramientas informáticas para la vigilancia tecnológica que mejor se adecuen a cada situación, para lo cual existen diferentes metodologías y criterios de valoración, principalmente recomendados por bibliotecas, documentalistas y profesionales de la información. Internet permite el acceso a múltiples recursos y herramientas digitales de utilidad para la vigilancia tecnológica, como:

**Alertas.** Son servicios personalizados de información de actualidad sobre aspectos concretos de un sector o temática (Ej.: legislación, normativa, convocatorias, eventos, artículos científicos, patentes, ofertas tecnológicas, etc.). En la actualidad, múltiples instituciones y organizaciones comienzan a ofrecer estos servicios de información, previa suscripción, que ayudan al seguimiento y detección de señales informativas. Un ejemplo de este tipo de herramientas es: el Sistema de Alertas de Vigilancia Tecnológica del OVTT.

**Buscadores especializados.** Los buscadores especializados se centran en recuperar información exhaustiva de un tipo de fuente específica (ej. patentes, artículos científicos, tesis, etc.), un área del saber particular (ej. medicina, ingeniería, biotecnología, etc.) o un tipo de información concreta (ej. académica, tecnológica, etc.). Un ejemplo de estas herramientas de búsqueda especializada son:

- INTELLIGO, explorador del espacio académico iberoamericano.



- GOPUBMED, buscador especializado en el área biomédica, basado en PubMed.
- BUSCALAW, buscador especializado en el área del derecho, ofrece información de varios países de América Latina.
- RECOLECTA, buscador especializado en ciencia abierta, producción científica en abierto.
- CREATIVE COMMONS SEARCH, buscador especializado en recursos digitales con licencia creative commons.
- SCIENCE ACCELERATOR, buscador especializado en todas las colecciones y recursos del Departamento de Energía de los EE.UU. (ej. patentes, informes técnicos, revistas electrónicas, conferencias, etc.).
- INODATA, buscador especializado en normativa y legislación sobre inocuidad química y microbiológica para más de 20 mercados de exportación.

**Bases de datos especializadas.** Las bases de datos son una fuente de información estructurada fundamental para conocer los datos más relevantes que suceden en un área temática concreta, de ahí que resulte esencial conocer en detalle las bases de datos más apropiadas para cada estrategia de información. Pueden ser generalistas o especializadas y, cada vez más, están en soporte electrónico lo que facilita su acceso y consulta. Existen distintos buscadores que han sido diseñados para filtrar y recuperar los datos de mayor importancia para cada individuo u organización, estos son de gran ayuda porque cada base de datos incorpora millones de patentes almacenadas expuestas a libre disposición del público. Se diferencian unos de otros al contar con sistemas de diversa complejidad a la hora de realizar filtros de búsqueda.

Se recomienda recurrir a más de un buscador, porque la mayoría recopila patentes procedentes de distintas bases de datos, según criterios de idioma y de zona geográfica. En la figura 5 se presentan algunos ejemplos de bases presentes en internet como son: ESP@CENET, LATIPAT, PATENT SCOPE, INVENES, USPTO y JPO.

**Figura 5. Buscadores de patentes disponibles en internet**

|   |  |
|---|--|
|    | <a href="http://www.wipo.int/patentscope/en/">http://www.wipo.int/patentscope/en/</a><br>Opera desde la base de datos internacional de la WIPO, con 1,8 millones de patentes desagrupadas por país de solicitud. |
|    | <a href="http://ep.espacenet.com/">http://ep.espacenet.com/</a><br>Trabaja a partir de la base de datos internacional de la Oficina Europea de Patentes, con cerca de 60 millones de registros.                  |
|    | <a href="http://lp.espacenet.com/">http://lp.espacenet.com/</a><br>Derivado de spacenet. Agrupa una base de datos de cerca de 1,5 millones de patentes latinoamericanas en español y portugués.                  |
|   | <a href="http://www.uspto.gov/">http://www.uspto.gov/</a><br>Posee un set de buscadores de patentes que trabajan desde la base de datos de la USPTO, con más 8 millones de patentes en sus registros.            |
|  | <a href="http://www.google.cl/patents">http://www.google.cl/patents</a><br>Trabaja desde la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas Comerciales de EEUU, operando con cerca de 7 millones de patentes.  |
|  | <a href="http://www.inapi.cl/">http://www.inapi.cl/</a><br>El Instituto Nacional de Propiedad Industrial cuenta con un buscador de patentes solicitadas en Chile.  |

Fuente: (González, 2012)

**Bases de datos de revistas y artículos científicos.** Existen plataformas electrónicas con buscadores de recopilan revistas de investigación. Las plataformas cuentan con estándares de calidad medibles y estándares de publicación homogéneos.

**Tabla 6. Revistas de investigación.**

| Plataforma                  | Descripción  |
|-----------------------------|--|
| Science Master journal list | <a href="http://science.thomsonreuters.com/mjl/">http://science.thomsonreuters.com/mjl/</a><br>Plataforma y buscador que contiene la totalidad de revistas ISI disponibles, agrupadas por campo de estudio. Cada |

| Plataforma                           | Descripción  |
|--------------------------------------|--|
| Scientific Electronic Library Online | <p>revista registra un indicador de calidad medido en base al índice de impacto logrado por sus publicaciones, dependiendo de las citas en otras revistas ISI.</p> <p><a href="http://www.scielo.org/php/index.php?lang=es">http://www.scielo.org/php/index.php?lang=es</a></p>  |
| REDALYC                              | <p>Biblioteca científica electrónica en Línea fue diseñada para generar un medio de comunicación y almacenamiento de revistas científicas en países en vía de desarrollo, principalmente pertenecientes a Latinoamérica y el Caribe. Las revistas agrupadas en SCIELO son medidas de acuerdo a indicadores de impacto.</p>   |
| Scopus                               | <p>Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.</p> <p>Es una base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Cubre aproximadamente 18.000 títulos de más de 5.000 editores internacionales,</p> <p>incluyendo la cobertura de 16.500 revistas revisadas por pares en diferentes áreas</p> |

Fuente: Adaptación autora de González, (2012)

**Bases de datos de tesis y memorias de investigación.** Algunos ejemplos se presentan a continuación:

- Portal de tesis latinoamericanas.
- TESEO: tesis doctorales leídas en las universidades españolas.

- Tesis en Red: tesis doctorales de treinta universidades españolas a texto completo.
- Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes: ofrece el acceso a aquellas tesis en o sobre lenguas hispánicas defendidas con éxito en cualquier país del mundo.
- DART-Europe: acceso global a las tesis doctorales europeas
- OPENTHESIS
- OATD: open access theses and dissertations.

**Metabuscador.** Los metabuscadores permiten lanzar una única búsqueda en múltiples motores de búsqueda simultáneamente, ofreciendo los resultados en una única pantalla y, en muchos casos, de manera organizada y jerarquizada. Ofrecen resultados exhaustivos sobre una multitud de fuentes de información y aportan una panorámica general sobre un tema en concreto. Un ejemplo de este tipo de herramientas para facilitar prácticas de vigilancia tecnológica es: OBSERVA, Metabuscador en Ciencia y Tecnología, que ofrece información relevante sobre ciencia, tecnología e innovación producida en Iberoamérica y organiza sus resultados atendiendo a fuentes de información estratégicas para la vigilancia tecnológica.

**Marketplace.** Son herramientas cada vez más útiles para la difusión de investigación y explotación de capacidades y resultados de investigación, al ofrecer el acceso a ofertas y demandas tecnológicas publicadas, así como procesos de búsqueda de socios.

**Software de vigilancia tecnológica.** El Software de vigilancia tecnológica es una herramienta informática para la gestión integral y sistemática de prácticas de vigilancia tecnológica en sus diferentes procesos. Existe una multitud de ofertas, libres y de pago,

atendiendo a diferentes fuentes de información y funcionalidades. Un conjunto de ejemplos son:

- HONTZA
- SOFTVT
- VICUBO
- MIRAINTELLIGENCE
- VIGIALE
- XERKA
- ANTENA TECNOLÓGICA
- INNGUMA
- I3VIGILA
- INTOOL
- MUSSOL

**Open Analytics.** Aborda el desarrollo de tecnologías innovadoras open source, big data, business intelligence, data mining y open data. Son numerosos los expertos y líderes tecnológicos involucrados en el desarrollo distribuido de herramientas de software libre aplicadas al tratamiento de datos. Una referencia para iniciarse en la materia son eventos como los desarrollados por MediaLab Prado.

## Capítulo 4

### Metodología

La investigación es cualitativa, descriptiva, no experimental y la toma de datos transversal. Los factores críticos de vigilancia corresponden a cubrir los vacíos y estar actualizado en los avances y aplicaciones tecnológicas en la producción de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en sistema biofloc.

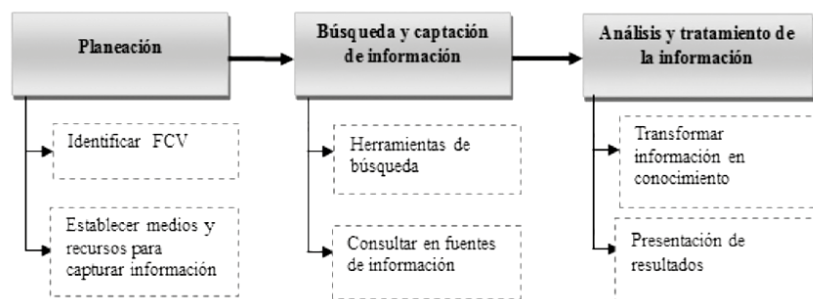
En el desarrollo de la investigación se aplicó la metodología basada en la propuesta de Sánchez J.M. y Palop (2002), que consiste en desarrollar el trabajo de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, ejecutando una serie de pasos así: planeación, búsqueda y captación de la información, análisis y tratamiento de la misma.

La VT/IC, para ser relevante, contempla los siguientes elementos:

1. Identificar y analizar las necesidades de información del proceso definiendo los Factores Críticos de Vigilancia (FCV).
2. Buscar y obtener información necesaria para el seguimiento de los FCV.
3. Evaluar y analizar la información obtenida.
4. Difundir internamente los resultados.
5. Usar la información para la toma de decisiones.

En la figura 1 se muestra los pasos de la metodología propuesta por Sánchez y Palop para desarrollar un estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

**Figura 1. Ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva**



Fuente: Camero y Calderón (2018).

Esta vigilancia se fundamentó en la captación, análisis y síntesis, así como en la utilización de la información pública existente, que permitió la previsión y adaptación del cultivo de alevinos en biofloc a un entorno cambiante; transformando señales dispersas en informaciones y, a través de la inteligencia competitiva, se podrán difundir los resultados del análisis anterior en orden al proceso de toma de decisiones, reflexionando sobre el procedimiento a aplicar y quién debe tomar las decisiones (Jiménez, Román, 2001; Escorsa, Cruz, 2008; Vega, Gutierrez, Fernández, 2008).

Rovira (2008), citado por Camero y Calderón (2018), menciona que usualmente se emplean los conceptos de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva unidos, VT/IC, por cuanto en estas dos disciplinas hay poca diferencia. Mientras que la Vigilancia Tecnológica pone el énfasis en la búsqueda y la obtención de información relevante para la toma de decisiones, la Inteligencia Competitiva se refiere al mismo proceso, pero poniendo el énfasis en la elaboración de esta información, implicando a menudo la obtención de nuevas informaciones para acabar de entenderla.

Se recurrirán a revistas de investigación tales como: Scopus, Scielo y Science Direct y buscadores de patentes disponibles en internet como: patentscope, espacenet y google patents.

## Capítulo 5

### Resultados de la investigación

#### Estado del arte cultivo Biofloc

El conocimiento y aplicación de la herramienta de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia competitiva brinda las facilidades para generar información de alto valor que beneficia a la empresa posicionándola en un lugar privilegiado frente a la competencia haciéndola más efectiva en la aplicación de nuevas tecnologías.

Para el desarrollo del estado del arte se tuvo en cuenta bases de datos de revistas y publicaciones de investigación en tema de biofloc.

La tecnología de biofloc surgió por la necesidad de implementar técnicas que no requieran la utilización de grandes cantidades de agua por los recursos cada vez más limitados en el planeta, además del mayor aprovechamiento de las áreas de producción en la cual se obtienen mejores crecimientos y conversión alimenticia disminuyendo los costos de producción. Esta tecnología se desarrolló en la década de los 70, basada en comunidades microbianas que ayudan a minimizar los recambios de agua, puesto que controlan los productos nitrogenados que se generan en el sistema, los cuales finalmente son proteína que puede ser utilizada como alimento para los peces (AQUACRIA, 2016).

La tecnología biofloc, se sustenta en aprovechar la acumulación de residuos de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos a través de microorganismos presentes en los medios acuáticos, dando condiciones de dominancia a comunidades



autótrofas y heterótrofas, resolviendo sustancialmente los problemas de saturación de nutrientes a partir de su reciclaje.

El concepto de biofloc nació como el de una comunidad constituida de microorganismos asociados que se agrupan entre sí en un sustrato suspendido o flotante mediante el uso de aireadores que responde a una dinámica de malla trófica.

El Biofloc es el conjunto de bioflóculos formados por bacterias, protozoos, fitoplancton y zooplancton. El biofloc se genera en su tanque preparando el agua con anterioridad a la siembra. Se añaden ciertas sustancias en la preparación del agua, como sales de amonio, alimento concentrado comercial pulverizado, bicarbonato sódico, salvado de arroz o trigo, melaza etc. Permitiendo que ciertas bacterias nitrificantes y heterótrofas se multipliquen rápidamente. Cuando incrementa su número se unen entre sí por una sustancia pegajosa que segregan llamada exopolisacáridos. A esa aglomeración de bacterias se unen microalgas, restos de materia orgánica y zooplancton. Todo ello forma unos aglomerados de microorganismos que se conocen como bioflóculos.

El trabajo clave que dio inicio al estudio de la tecnología fue el de Azam et al., 1983, en el que brinda la información del papel y la dinámica que cumplen los microorganismos en un sistema acuático natural, aprovechamiento del carbono dispuesto en el agua en condiciones ricas en nitrógeno, comprobando que las bacterias fijan carbono como fuente de energía y aprovechan el nitrógeno para la síntesis de proteínas. Las bacterias reciclan nutrientes en un ciclo en que se vincula al carbono. El principio productivo inicia del consumo directo del carbono contenido en la materia orgánica disuelta (MOD), por las bacterias heterotróficas y el plancton (10 – 20  $\mu$ ), el biocarbono que se produce en los ecosistemas tras las primeras etapas de degradación de la materia orgánica (excrementos, restos de plantas, organismos muertos

etc.), son por tanto organismos consumidores, que son alimento a su vez, de otros microorganismos (flagelados y ciliados), construyéndose así en entramado trófico.

Respecto del factor de conversión del alimento (FCR, feed conversion rate). Se explica de la siguiente manera, un FCR de 2 significa que es necesario 2 kg de alimento para que el pez de cultivo incremente 1 kg de peso. De esta manera FCR bajos significa que con menos alimento los peces crecen más. Esto depende de la calidad del alimento, del tipo de especie y la fase de producción. Con esta tecnología se reduce el factor de conversión del alimento, la proteína es aprovechada dos veces primero en el alimento suministrado y después como consecuencia de ingerir bioflóculos (proteína bacteriana) el zooplancton y fitoplancton. En biofloc pueden darse factores de conversión de 1 ó incluso inferior (Avnimelech 2015).

**Ventajas de la tecnología Biofloc.** Los bioflóculos eliminan del agua sustancias nocivas para los peces como son el amonio y nitritos y restos de materia orgánica, la especie cultivada se alimentará de los bioflóculos que aportaran proteína a su dieta. Alimentarse de bioflóculos aparte de alimento balanceado generará ciertos beneficios en la salud de los organismos de cultivo, las bacterias del biofloc luchan contra algunos virus y bacterias perjudiciales y mantienen alerta el sistema inmune de los organismos cultivados. Con la tecnología no se realizan recambios de agua por lo que aumenta la bioseguridad, tras la cosecha el agua que ha quedado en los tanques se reutiliza para el siguiente lote disminuyendo la contaminación al medio.

Las altas densidades a las que se pueden cultivar peces y crustáceos en biofloc se deben a la falta de estrés por abundancia de alimento, oxígeno en agua y unas condiciones ambientales similares a las naturales. La densidad de tilapia adulta en biofloc puede superar

los 60 peces por m<sup>3</sup>. Debido a que existe mucho más alimento (bioflóculos compuestos de zoo y fitoplancton) y que está disponible las 24 horas en el tanque (Bioaquafloc, 2018).

**Desventajas de la tecnología Biofloc.** Para la implementación de esta tecnología, se debe realizar una inversión inicial para la adquisición de equipos de aireación, equipo de análisis de agua, sistemas de aireación u oxigenación de emergencia o respaldo y equipo de generación eléctrica de emergencia.

Las mejores especies candidatas para cultivarse en biofloc son aquellas que son filtradoras y soportan grandes porcentajes de materia orgánica disuelta en el agua. Este es el caso de la tilapia y el langostino o camarón. Sin embargo, existen experiencias con otras especies como el jurel, el maro, robalo, que han dado muy buenos resultados.

Los tanques con biofloc deben airearse las 24 horas del día los 365 días del año. Un fallo en el suministro eléctrico y por lo tanto en el suministro de aire a los tanques puede suponer la muerte de toda la producción en cuestión de quince minutos a media hora. La alta densidad de microorganismos que están floculados en el agua genera un brusco descenso de oxígeno en los tanques y la DBO (demanda biológica de oxígeno) se dispara. En este supuesto fatídico debemos contar con un plan de contingencia. La utilización de peróxido de oxígeno es recomendable para estos casos de emergencia pero supone un costo elevado. Se sugiere tener una planta generadora de electricidad o bombas de aire a motor diesel (Bioaquafloc, 2018).

Las personas encargadas de los cultivos con biofloc deben de estar mínimamente formadas en esta tecnología, como desarrollarla y cuáles son los elementos clave de la misma.

**Relación de C:N.** Para tener éxito en el cultivo y uso de biofloc microbiano se debe tener en cuenta la relación de C:N en el agua, en acuicultura el nitrógeno proviene del alimento no consumido y de la excreción de la especie de cultivo y el carbono es adicionado de una fuente externa.

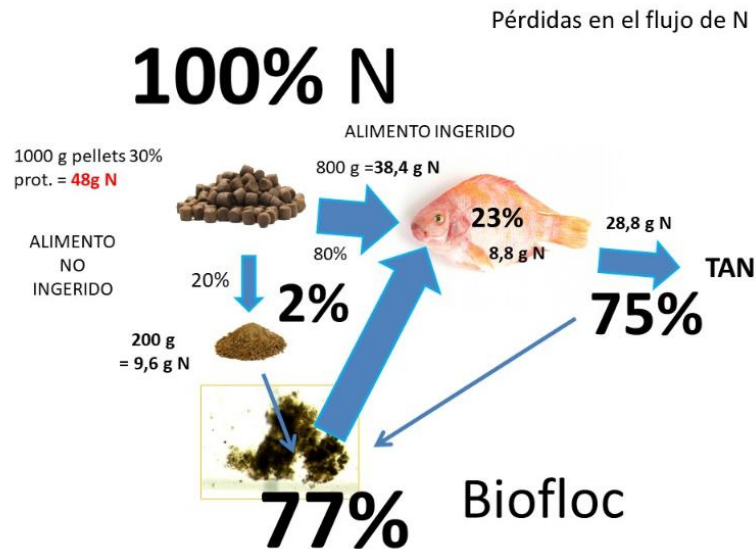
Para lograr el establecimiento de las bacterias heterótrofas en los bioflóculos es necesario ajustar la relación carbono/nitrógeno (C:N) en el cuerpo de agua, debido a que se requieren cerca de 20 unidades de carbono para asimilar una unidad de nitrógeno, esto se logra adicionando alimento de baja proteína y un carbohidrato, como por ejemplo la melaza, en cantidad suficiente. Las bacterias se alimentan con sustrato orgánico que contiene principalmente carbono y nulo o poco nitrógeno, este último lo toman del agua con el fin de producir la proteína necesaria para el crecimiento y la multiplicación celular; las bacterias y otros microorganismos usan carbohidratos (azúcar, almidón y celulosa) como alimento, para la generación de energía y crecimiento.

La formulación del alimento, eliminación o adición de sólidos orgánicos de carbono permite a los técnicos y productores acuícolas definir qué tipo de vía se vuelve dominante en sus sistemas de producción.

**Ciclo del nitrógeno.** Con esta tecnología los restos de alimento, heces y sustancias tóxicas producto del metabolismo de los organismos acuáticos como el amonio y el nitrito son transformados en microorganismos que alimentarán nuestro cultivo. En la acuicultura tradicional, del nitrógeno total que entra al sistema por el alimento una parte es desechado en forma de restos de comida no ingerida (2%) y un 75% es desechado en las heces y por el amonio que excreta nuestro organismo de cultivo. La tilapia, solo retendrá aproximadamente un 23% de nitrógeno, el 77% de N que entra al sistema es desechado. Este nitrógeno es

dinero que se pierde y por otra parte se convierte en un problema ambiental contaminando el medio ambiente al desecharlo.

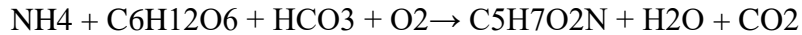
**Figura 6. Flujo del nitrógeno en la tecnología Biofloc.**



Fuente: Bioaquafloc, (2018)

El Biofloc se fundamenta en mantener las condiciones de calidad del agua en relación con el ciclo del nitrógeno y en generar “in situ”, proteína microbiana aprovechable como alimento para la especie cultivada. Esta tecnología es una forma de producción en acuicultura super-intensiva, permitiendo el aumento de la biomasa por volumen de agua y la disminución significativa en la utilización de agua. Una ventaja de los sistemas heterotróficos sobre los fotosintéticos es que la inmovilización del nitrógeno por parte de las bacterias heterotróficas, ocurre mucho más rápido que en la nitrificación, debido a que la tasa de crecimiento y la biomasa microbiana es mucho mayor que la de las bacterias nitrificantes o la del fitoplancton

Las bacterias heterotróficas presentan la siguiente reacción metabólica que incluyen la descomposición del amonio para transformarlo en biomasa bacteriana:



El balance estequiométrico de las reacciones anteriores indicará que para remover 1 g de amonio, el consumo de carbohidratos será igual a 15,2 g, alcalinidad = 3,6 g y oxígeno = 4,7 g, produciendo sólidos en suspensión volátiles (SSV) = 8 g y  $\text{CO}_2$  = 9,7 g. Dicho en otros términos por cada gramo de NAT (nitrógeno amoniacal total) producido en un tanque de cultivo, es necesario añadir aproximadamente  $\approx 20$  gramos de hidratos de carbono (C: N de 20:1) (Avnimelech, 1999), una consecuencia directa de la adición de carbohidratos para lograr estas proporciones es el aumento de la demanda de oxígeno disuelto, atribuido a las reacciones químicas propias de las bacterias heterótrofas (Schveitzer et al., 2013).

Para las bacterias quimioautotróficas, las reacciones de metabolismo incluyen la descomposición del amonio ( $\text{NH}_3$ ) en nitrito ( $\text{NO}_2$ ) y después en nitrato ( $\text{NO}_3$ ), para finalmente a través de reacciones anaeróbicas por proceso de des-nitrificación, en nitrógeno atmosférico ( $\text{N}_2$ ):



El balance de la anterior reacción indica que para transformar 1 gramo de amonio, el consumo de alcalinidad = 7,0 g; oxígeno = 4,2 g y se produce SSV (sólidos suspendidos volátiles) = 0,2 g;  $\text{CO}_2$  = 5,9 g y  $\text{NO}_3$  = 0,98 g.

**Oxígeno.** Para un correcto desarrollo de un sistema de biofloc es necesario incorporar oxígeno al agua, el mecanismo más común utilizado son los aireadores que deben suplir las necesidades tanto de los peces y de los microorganismos contenidos en el sistema además de mantener los biofloc en suspensión constante para evitar la decantación y acumulo de solidos que conduzcan a reacciones anaerobias que produzcan metabolitos tóxicos letales.

En estudios realizados por Pasco (2015), se obtuvo que el modelo de aireador más eficiente en cuanto a rendimiento en el cultivo en biofloc en tilapia, es el spalsh manteniendo a los flóculos en suspensión y los niveles de oxígeno exigidos por el sistema.

**Calidad del agua para cultivos con Biofloc.** En un cultivo de biofloc existen 3 tipos de solidos: sólidos sedimentables (SS), sólidos suspendidos totales (SST) y los sólidos suspendidos volátiles (SSV). Un indicativo de buena calidad del biofloc es la cantidad de SS, en cultivo de tilapia es 100 ml/L de SS, estudios arrojaron que las mejores concentraciones en fase de alevinos fue 200 ml/L.

Los parámetros básicos de medición en cultivos biofloc son: oxígeno disuelto en el agua cercano a 6mg/L, temperatura, pH, alcalinidad, amonio y sólidos sedimentables.

El pH y la alcalinidad en sistemas de producción con biofloc normalmente permanecen estables en el agua con rangos y valores de 7 – 9 y > 50 mg de CaCO<sub>3</sub> /L. Tener en cuenta que cuando el pH es alto promueve toxicidad por amonio no ionizado mientras que una alcalinidad entre 40 – 100 mg/L de CaCO<sub>3</sub> genera un efecto buffer que disminuye la oscilación del pH.

**Bioseguridad en cultivo Biofloc.** La utilización de esta tecnología incrementa drásticamente la bioseguridad en la granja. El recambio cero de agua hace que la entrada de patógenos sea mínima por vía acuática. Asimismo, esta tecnología hace que los tanques estén individualizados y no se conecten entre ellos lo cual repercute igualmente en la disminución de contagios.

Algunas de las bacterias presentes en el biofloc actúan como probióticos, desarrollando el papel de agentes patógenos, como es el caso de bacterias del género *Bacillus* o *Lactobacillus*. El cultivo en biofloc ejerce una acción de fortalecimiento del sistema inmune; los microorganismos presentes en Biofloc segregan lipopolisacáridos, peptidoglucanos y  $\beta$ -1,3-glucanos que parece mejorar el sistema inmune no específico de los organismos cultivados.

De Schryver y colaboradores (2008) comprobaron que el cultivo con biofloc actúa como control de agentes patógenos (*Vibrio campellii* entre otros) debido a la producción de ciertos ácidos de cadena corta (SCFA) tal como ácido butírico, fórmico, acético, propiónico o ácidos valéricos.

Ekasari et al 2014 y Xu y Pan 2013 comprobaron que el biofloc genera incremento en Hemocitos totales, actividad fagocítica de hemocitos, actividad de superóxido dismutasa (defensa antioxidante), actividad prophenoloxidasa (proPO), explosión oxidativa en mecanismos de defensa microbiana y supervivencia a enfermedades tales como la producida por virus myonecrosis (IMNV). Asimismo, se ha descrito que algunas bacterias del género *Bacillus* sp., *Alcaligenes* sp., o *Pseudomonas* sp generan poly- $\beta$ -hydroxybutyrato (PHB) el cual tiene un efecto contra ciertas cepas de *Vibrio*.



### **Resultados estudios en Biofloc.**

En los diferentes estudios consultados y analizados se encontró la aplicación y desarrollo del biofloc. En la fase de preengorde el biofloc es muy beneficioso porque ofrece a las larvas, postlarvas y alevinos una gran variedad de presas vivas. Ensayos aplicados en tilapia con biofloc en etapas de fase inicial han arrojado resultados positivos con respecto al aumento de las tasas de crecimiento, disminución de mortalidad y beneficios en bioseguridad. Se resaltan los siguientes artículos:

Jatobá et al., (2019) Biofloc: alternativa sostenible para el uso del agua en el cultivo de peces, obtuvieron sobrevivencias 100 %, con larvas producidas y cultivadas en biofloc relación de 10:1 (C/N), que con larvas en sistemas sin biofloc (sobrevivencias 95,8 %), así mismo la conversión alimenticia y la productividad fueron mejores para biofloc que para el sistema convencional.

En el estudio de Ekasari et al., (2015) denominado La tecnología Biofloc afecta positivamente el rendimiento de las larvas de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) se obtuvo que las larvas cultivadas en biofloc fueron más resistentes y obtuvieron mejores sobrevivencias al ser confrontadas a pruebas de suspensión en medio con *Streptococcus agalactiae* (107 UFC/ml), por 6 horas y pruebas de estrés a altas salinidades (35 g/L NaCl), (sobrevivencia del 80% y 70 % respectivamente).

Al aplicar la tecnología de Biofloc de debe tener en cuenta la relación de producción de nitrógeno amoniacal total (NAT) con el suministro de alimento concentrado para una correcta aplicación de la fuente externa de carbono. Ensayos realizados por Schryver, (2008) se

obtuvo que 50 Kg-1 de peso vivo de tilapia con un peso promedio de 520 g, excretan 36 g de NAT \* día-1.

En ensayos realizados por Avnimelech reportó al día 13 el mayor incremento del volumen del biofloc con 30ml/l.

En el estudio de Lima et al., (2017), Fuentes de carbono y relaciones C:N sobre la calidad del agua para el cultivo de la Tilapia del Nilo en el sistema biofloc, la mejor fuente de carbono es la melaza seguida por el azúcar y la mejor relación C:N fue 10:1; la relación 20:1 afecta la alcalinidad.

De la literatura consultada en esta revisión, se obtuvo que el sistema de biofloc ha sido probado y desarrollado para cultivo de alevinos de tilapia, se requiere seguir realizando ensayos apropiados a las condiciones de cada región del país y cálculos detallados de los costos de producción, teniendo en cuenta los gastos por energía eléctrica.

### **Estado de la ciencia.**

Con la finalidad de conocer a nivel científico los trabajos que se vienen adelantando en materia de artículos científicos y patentes alrededor del tema producción en biofloc para fortalecer este sistema productivo.

Una vez resaltadas estas base de datos, en esta fase se procedió a realizar la captura de información necesaria para realizar una valoración estratégica del perfil de Vigilancia

Tecnológica, haciendo especial énfasis en artículos científicos de los temas de los Factores críticos de vigilancia más relevantes de biofloc de acuerdo a ecuaciones de búsqueda, los cuales se muestran a continuación:

**Tabla 7. Factores críticos de vigilancia en biofloc considerados para la Vigilancia Tecnológica.**

| Área de vigilancia | Español                 | Ingles  |
|--------------------|-------------------------|---|
| Tecnología biofloc | Tecnológica biofloc     | Biofloc   |
|                    | Tilapia                 | technological   |
|                    | Alevinos                | Tilapia   |
|                    | Crecimiento/rendimiento | Fingerlings   |
|                    | Resultados zootécnicos  | Growth / yield  |
|                    | Respuesta inmune        | Zootechnical  |
|                    | Relación C/N            | Results<br>Immune response<br>Relation Carbon<br>Nitrogen |

Fuente: Elaboración Autora

La búsqueda de los Factores críticos de vigilancia en las tres bases de datos priorizadas en esta investigación se muestran en la siguiente tabla.

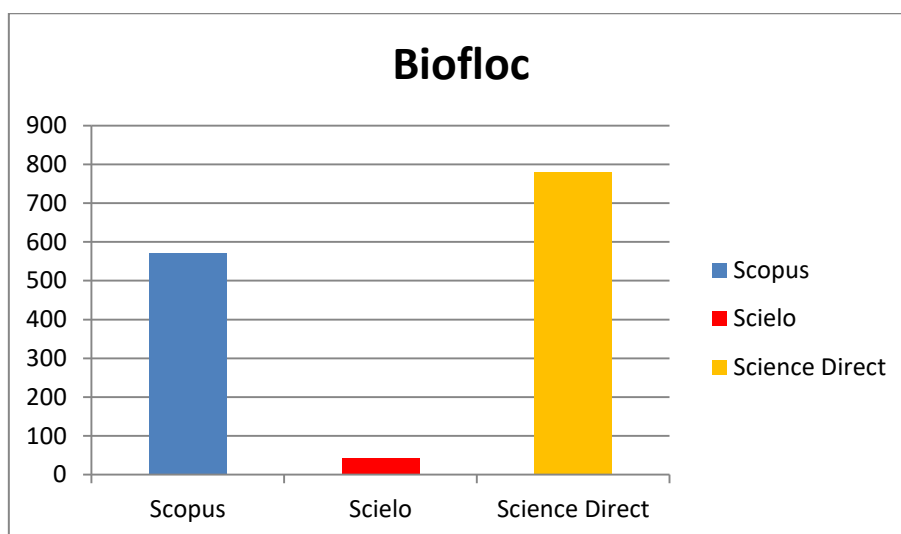
**Tabla 8. Resultados búsqueda Factores críticos de vigilancia en las bases de datos.**

| Factores críticos de vigilancia | Scopus | Scielo | Science Direct |
|---------------------------------|--------|--------|----------------|
| Biofloc                         | 571    | 43     | 780            |
| Biofloc technological           | 11     | 11     | 101            |
| Tilapia                         | 121    | 10     | 178            |
| Fingerlings                     | 49     | 3      | 61             |
| Growth / yield                  | 357    | 43     | 332            |
| Zootechnical                    | 31     | 3      | 40             |
| Relation Carbon                 | 1      | 3      | 103            |
| trogen                          | 59     | 1      | 122            |
| Immune response                 |        |        |                |

Fuente: Elaboración Autora

Después de definir los factores críticos de vigilancia, se inició la búsqueda y clasificación de información con la palabra Biofloc, el número de documentos en cada base datos se presentan en la siguiente gráfica.

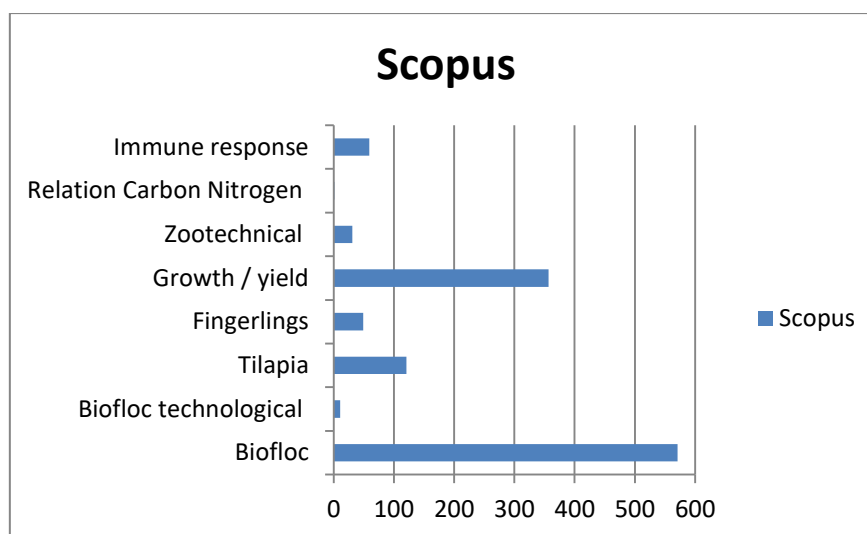
**Gráfica 1. Número de artículos científicos de Investigación en 3 bases de datos consultadas.**



Fuente: Elaboración Autora

Scopus es la base de datos referencial más grande a nivel mundial, su objetivo es orientar al usuario a encontrar información relevante a partir de un análisis cuantitativo (indicadores bibliométricos). Posee cinco motores de búsquedas. En un inicio se realizó búsqueda por documentos para biofloc término acuñado para el inglés, con este motor de búsqueda se encontraron 570 documentos y se complementó el análisis de los datos con apoyo de ecuaciones de búsqueda tomando como apoyo los conectores con los que se realizó minería de datos con los factores críticos de vigilancia, que después se analizaron y se subdividieron.

**Gráfica 2. Número de artículos según el tema de búsqueda en Scopus.**



Fuente: Elaboración Autora

A partir de Scopus fue posible analizar las revistas de mayor impacto y se realizó un seguimiento a las investigaciones realizadas en biofloc.

**Tabla 9. Artículos consultados en la base de datos Scopus**

| Título   | Autor   | Año  | Revista     |
|--|---|------|-------------|
| Efectos de un sistema de biofloc de intercambio cero en el rendimiento del crecimiento y la salud de la tilapia del Nilo a diferentes densidades de población              | Manduca, L.G., da Silva, M.A., Alvarenga, É.R.D., (...), Silva, M.D.A.E., Turra, E.M. | 2020 | Aquaculture |
| La tecnología biofloc (BFT) en tanques interiores: calidad del agua, composición biofloc y crecimiento y bienestar de la tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) | Azim, M.E., Little, D.C.  | 2008 | Aquaculture |
| Tecnología Biofloc en acuicultura: efectos   | challenges Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., Verstraete, W.                        | 2012 | Aquaculture |

| <b>Título</b>   | <b>Autor</b>  | <b>Año</b> | <b>Revista</b>           |
|---|---|------------|--------------------------|
| beneficiosos y desafíos futuros   |   |            |                          |
| El efecto de diferentes fuentes de carbono en el valor nutricional de los bioflocs, un alimento para las postlarvas de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>   | Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier, P., Verstraete, W.                        | 2010       | Aquaculture              |
| Efecto de diferentes niveles de biofloc en la actividad microbiana, la calidad del agua y el rendimiento de <i>Litopenaeus vannamei</i> en un sistema de tanque operado sin intercambio de agua   | Schveitzer, R., Arantes, R., Costódio, P.F.S., (...), Seiffert, W.Q., Andreatta, E.R. | 2013       | Aquacultural Engineering |
| Crecimiento, actividad digestiva, bienestar y rentabilidad parcial de la tilapia de cultivo genéticamente mejorada ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) cultivada en un sistema de recirculación acuícola y un sistema de biofloc de interior | Luo, G., Gao, Q., Wang, C., (...), Li, L., Tan, H.                                    | 2014       | Aquaculture              |
| Caracterización de comunidades microbianas en sistemas de acuicultura intensiva de intercambio mínimo y los efectos del manejo de sólidos en suspensión.  | Ray, A.J., Seaborn, G., Leffler, J.W., (...), Lawson, A., Browdy, C.L.                | 2010       | Aquaculture              |
| Efecto de la tecnología biofloc sobre el crecimiento, la actividad de las enzimas digestivas, la hematología y la respuesta inmune de la tilapia de cultivo genéticamente mejorada ( <i>Oreochromis niloticus</i> )                       | Long, L., Yang, J., Li, Y., Guan, C., Wu, F.  | 2015       | Aquaculture              |
| Efecto del hidróxido de calcio, el carbonato y el bicarbonato de sodio sobre la calidad del agua y el   | Furtado, P.S., Poersch, L.H., Wasielesky, W.  | 2011       | Aquaculture              |

| <b>Título</b>  | <b>Autor</b>   | <b>Año</b> | <b>Revista</b>                 |
|--|--|------------|--------------------------------|
| rendimiento zootécnico de los camarones <i>Litopenaeus vannamei</i> criados en sistemas de tecnología de bio-flocs (BFT)   |  |            |                                |
| Respuesta inmune y resistencia a enfermedades de camarones alimentados con biofloc cultivado en diferentes fuentes de carbono  | Ekasari, J., Hanif Azhar, M., Surawidjaja, E.H., (...), De Schryver, P., Bossier, P. | 2014       | Fish and Shellfish Immunology  |
| Investigación preliminar sobre la contribución de los bioflocs en la nutrición proteica de <i>Litopenaeus vannamei</i> alimentados con diferentes niveles de proteínas en la dieta en tanques de cultivo con intercambio de agua cero    | Xu, W.-J., Pan, L.-Q., Zhao, D.-H., Huang, J.  | 2012       | Aquaculture                    |
| Efectos de la relación C/N en el desarrollo de biofloc, la calidad del agua y el rendimiento de juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i> en un sistema de tanque al aire libre de alta densidad, de intercambio cero y basado en biofloc | Xu, W.-J., Morris, T.C., Samocha, T.M.   | 2016       | Aquaculture                    |
| Producción de proteína microbiana en tanques de suspensión activados que manipulan la relación C: N en el alimento y las implicaciones para el cultivo de peces.   | Azim, M.E., Little, D.C., Bron, J.E.   | 2008       | Bioresour<br>ce<br>Technology  |
| El tamaño del biofloc determina la composición nutricional y la recuperación de nitrógeno por los animales de acuicultura.   | Ekasari, J., Angela, D., Waluyo, S.H., (...), Bossier, P., De Schryver, P.           | 2014       | Aquaculture                    |
| Efecto de diferentes niveles de biofloc en la calidad del agua, el rendimiento del   | Adineh, H., Harsij, M.   | 2019       | Journal of Veterinary Research |

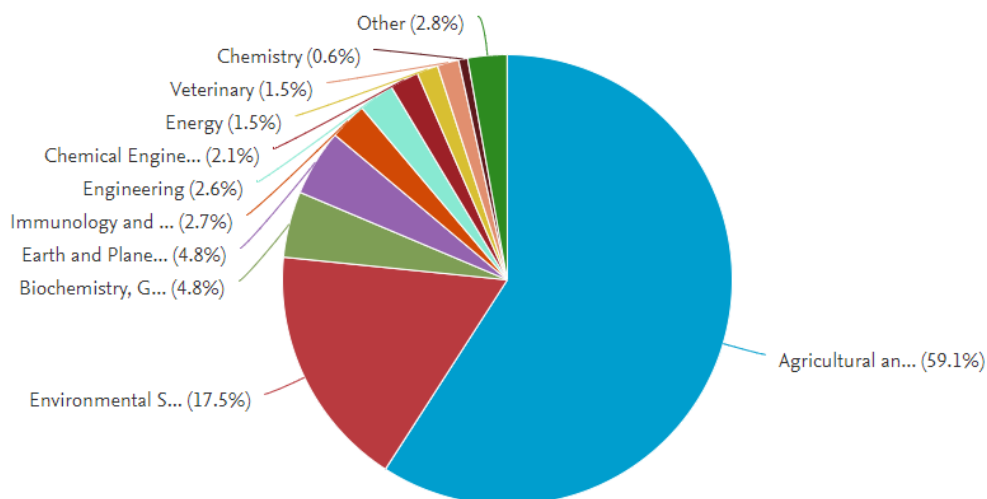
| Título   | Autor  | Año  | Revista              |
|--|--|------|----------------------|
| crecimiento y la supervivencia de <i>Litopenaeus vannamei</i> post larvas  |  |      |                      |
| Nutrición de la tilapia cultivada genéticamente mejorada (GIFT) en el sistema de tecnología biofloc: optimización de las proteínas digeribles y los niveles de energía digerible durante la fase de vivero   | Sgnaulin, T., Durigon, E.G., Pinho, S.M., (...), Lopes, D.L.D.A., Emerenciano, M.G.C.          | 2020 | Aquaculture          |
| Efecto del contenido de proteínas microbianas y el ácido poli- $\beta$ -hidroxibutírico en biofloc sobre el rendimiento y la salud de los alevines de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) alimentados con una dieta restringida en proteínas | Gullian Klanian, M., Delgadillo Díaz, M., Sánchez Solís, M.J., Aranda, J., Moreno Moral, P.    | 2020 | Aquaculture          |
| Efectos de bioflocs con diferentes relaciones C/N en el crecimiento, parámetros inmunológicos, antioxidantes y calidad del agua de cultivo en <i>Opsariichthys kaopingensis</i> Dybowski   | Yu, Z., Li, L., Zhu, R., Li, M., Wu, L.-F.   | 2020 | Aquaculture Research |
| Estrategias de manejo de alimentación para optimizar el uso de alimento suspendido para tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) cultivada en bioflocs  | da Silva, M.A., de Alvarenga, É.R., Costa, F.F.B.D., (...), Moraes, S.G.D.S., Teixeira, E.D.A. | 2020 | Aquaculture Research |

Fuente: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2054>

Distribución de información según los temas por área de estudio.



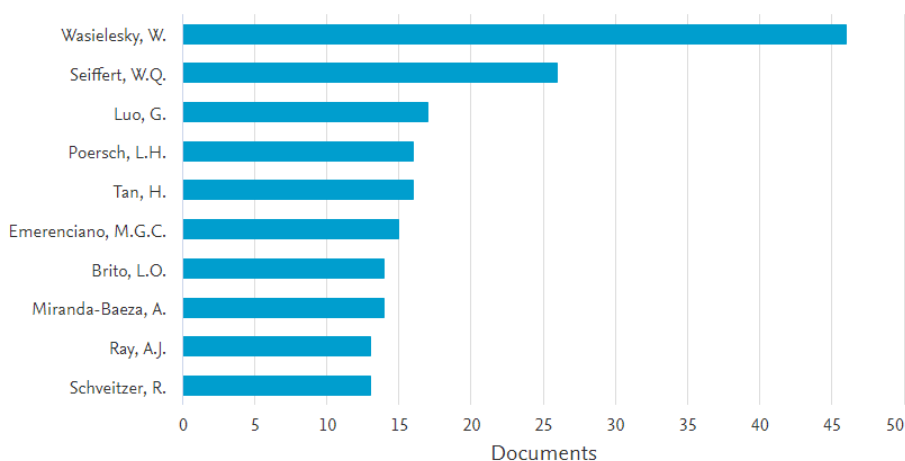
**Gráfica 3. Documentos por área Scopus**



Fuente: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/scopus>

Autores más representativos según el número de artículos publicados y el número de citas de los artículos.

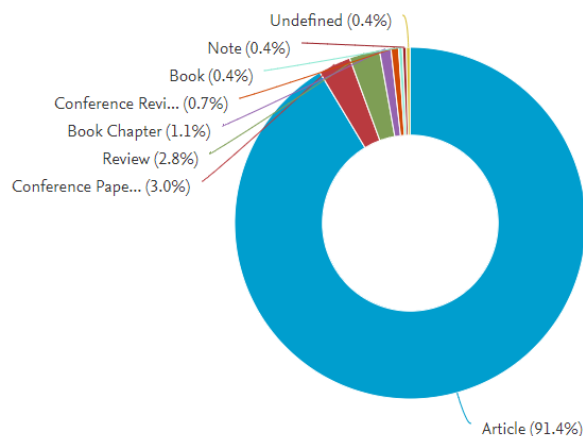
**Gráfica 4. Autores más representativos de artículos científicos publicados en Scopus.**



Fuente: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/scopus>

Tipo de publicaciones disponibles en la base de datos según el tema de búsqueda.

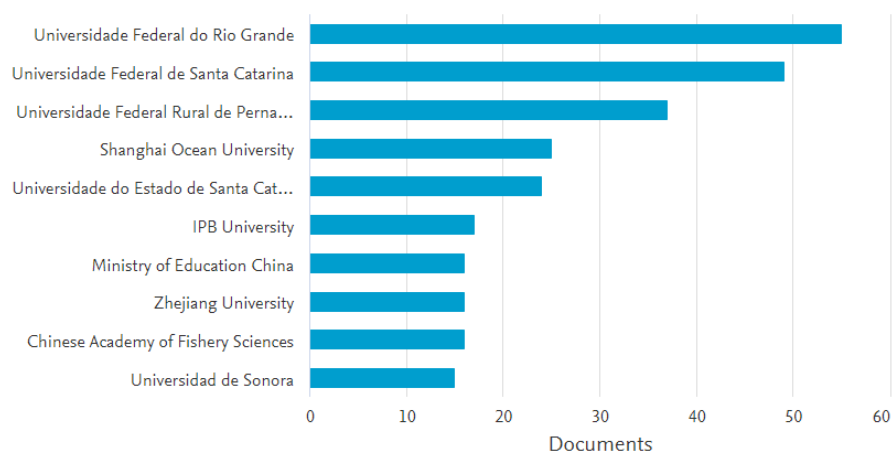
**Gráfica 5. Tipos de publicaciones en Scopus**



Fuente: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/scopus>

Principales universidades de importancia en el tema de Biofloc según el número de publicaciones y la relevancia en el tema.

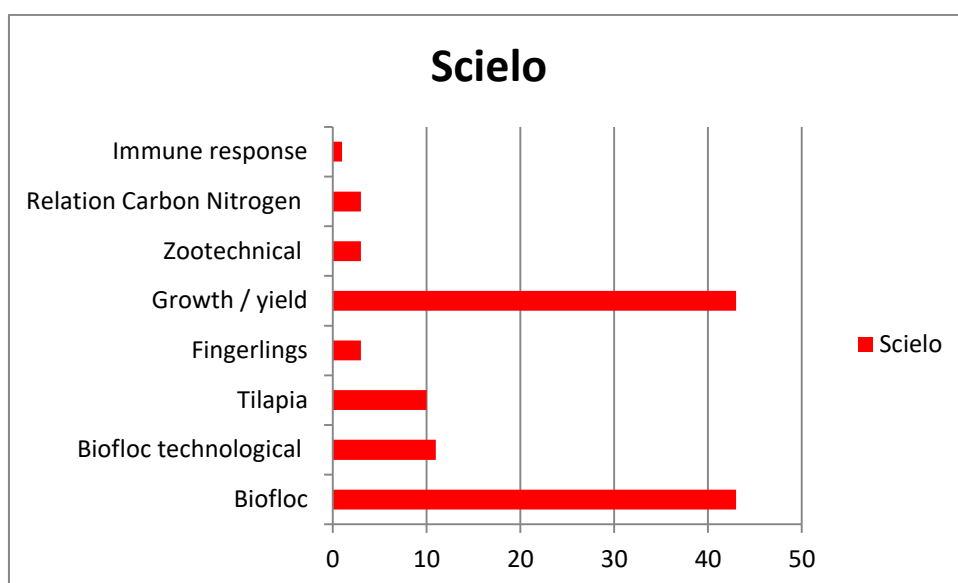
**Gráfica 6. Universidad o Entidad que hace la publicación Base de Datos Scopus.**



Fuente: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/scopus>

Revista SciELO, el objetivo de este sitio es implementar una biblioteca electrónica, que proporcione acceso completo a una colección de revistas científicas, a cada uno de sus números, así como al texto completo de los artículos. El acceso tanto a las revistas como a los artículos se puede realizar usando índices y formularios de búsqueda. En el que se aplicó las siguientes búsquedas.

**Gráfica 7. Número de artículos según el tema de búsqueda en Scielo**



Fuente: Elaboración Autora

En la base de datos de la Revista Scielo se encontraron 43 artículos relacionados con “Biofloc”, la mayor cantidad de artículos estaban relacionados con el tema de crecimiento/rendimiento. En la tabla se relacionan los de mayor relevancia en cuanto al manejo de Biofloc.

**Tabla 10. Artículos consultados en la base de datos de la Revista Scielo**

| Título               | Autor                          | Año | Revista |
|----------------------|--------------------------------|-----|---------|
| Biofloc: alternativa | Jatobá, A.;Borges, Y.V.;Silva, | 2   | Arquivo |

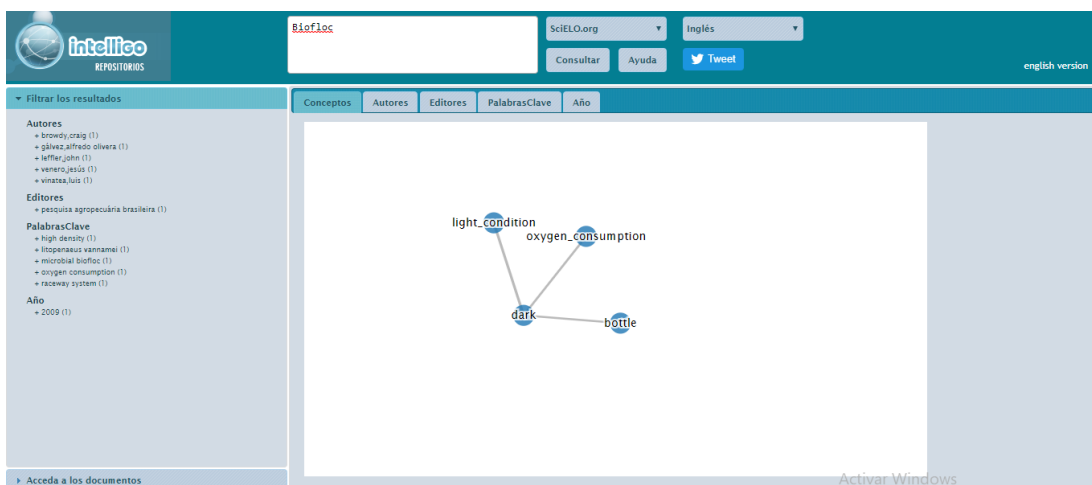
| Título  | Autor  | Año      | Revista   |
|---|--|----------|---|
| sostenible para el uso del agua en el cultivo de peces.   | F.A..  | 019      | Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia                |
| Cultivo de tilapia del Nilo en un sistema biofloc con diferentes fuentes de carbono.  | Lima, Eduardo Cesar Rodrigues de; Souza, Rafael Liano de; Girao, Pamela Jenny Montes; Braga, Ítalo Felipe Mascena; Correia, Eudes de Souza | 2<br>018 | Revista Ciencia Agronômica                                    |
| Fuentes de carbono y relaciones C:N sobre la calidad del agua para la agricultura de la Tilapia del Nilo en el sistema biofloc                                    | SILVA, UGO<br>LIMA; FALCON, DARIO<br>ROCHA; PESSÔA, MAURÍCIO<br>NOGUEIRA DA<br>CRUZ; CORREIA, EUDES DE<br>SOUZA.                           | 2<br>017 | Revista Caatinga  |
| Biocultivo en biofloc de Cachama Blanca <i>Piaractus brachypomus</i> y Tilapia Nilótica - <i>Oreochromis niloticus</i> - alimentadas con dietas de origen vegetal | Brú-Cordero, S. B; Buelvas, V. M; Ayazo-Genes, J. E; Atencio-García, V. J; Pardo-Carrasco, S. C.   | 2<br>017 | Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia |
| Diversidad del perifiton presente en un sistema de producción de tilapia en biofloc   | Betancur González, Eliana Marcela; Ruales, Carlos Arturo David; Gutiérrez, Luz Adriana   | 2<br>016 | Revista Lasallista de Investigación                           |
| Cultivo de tilapia del Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> en un sistema biofloc con diferentes densidades de población   | LIMA, Eduardo Cesar Rodrigues de; SOUZA, Rafael Liano de; WAMBACH, Xélen Faria; SILVA, Ugo Lima; CORREIA, Eudes de Souza                   | 2<br>015 | Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal                 |
| Alimentación de tilapia del Nilo con dietas artificiales y bioflocs secos de biomasa  | Caldini, Nayara Nunes; Cavalcante, Davi de Holanda; Rocha Filho, Pedro Roberto Nogueira; Sá, Marcelo Vinícius do Carmo e                   | 2<br>015 | Acta Scientiarum. Animal Sciences                             |
| Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia   | Monroy-Dosta, María del C; De Lara-Andrade, Ramón; Castro-Mejía, Jorge; Castro-Mejía, Germán; Coelho-Emerenciano, Mauricio G.              | 2<br>013 | Revista de biología marina y oceanografía                     |

| Título   | Autor   | Año  | Revista                              |
|--|---|------|--------------------------------------|
| Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola                                   | Hernández Mancipe, Liliana Elizabeth; Londoño Velez, Jorge Iván; Hernández García, Karen Alejandra; Torres Hernández, Laura Camila      | 2019 | CES Medicina Veterinaria y Zootecnia |
| Cultivo de tilapia del Nilo en un sistema biofloc con diferentes fuentes de carbono.                       | Lima, Eduardo Cesar Rodrigues; Souza, Rafael Liano de; Girao, Pamela Jenny Montes; Braga, Ítalo Felipe Mascena; Correia, Eudes de Souza | 2018 | Revista Ciência Agronômica           |
| Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia: Una revisión | Collazos-Lasso, Luis F; Arias-Castellanos, José A   | 2015 | ORINOQUIA                            |
| Índices de rendimiento corporal en morocoto <i>Piaractus brachypomus</i> cultivado en sistemas Biofloc     | Abad, Darwin; Rincón, David; Poleo, Germán  | 2014 | Zootecnia Tropical                   |
| Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados                                   | Poleo, Germán; Aranbarrio, José Vicente; Mendoza, Lismen; Romero, Oneida  | 2011 | Pesquisa Agropecuária Brasileira     |

Fuente: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2054>

En el análisis del infograma de la Revista Scielo con la utilización de aplicativo *intelligo* en el tema de Biofloc se encontró que la mayoría de documentos se centran en los temas de condición de luz, consumo de oxígeno, tiempos de luz y tanques de cultivo.

## Mapa 1. Infograma Artículos Revista Scielo.

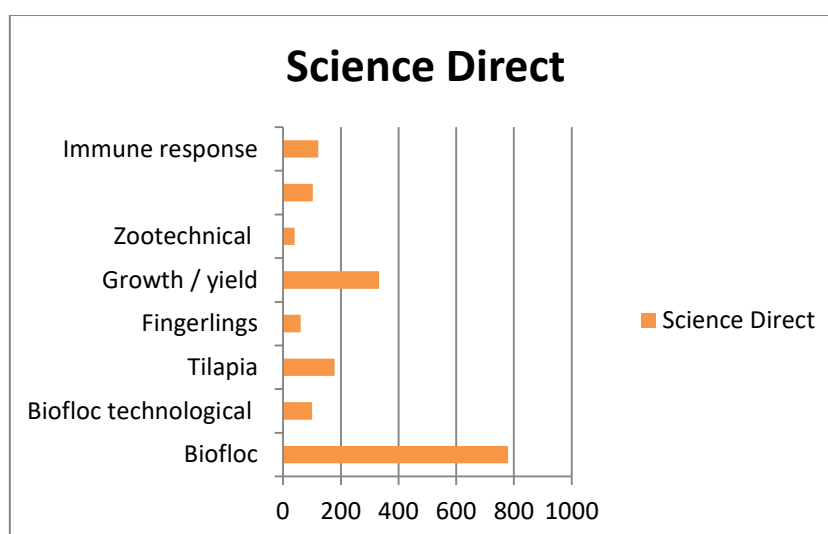


Fuente: <http://repos.explora-intelligo.info/>

Science Direct ofrece una gran selección de artículos en texto completo, posee un método de fácil búsqueda además está acreditada a nivel mundial.

Con los motores de búsqueda se obtuvo los siguientes resultados de los factores críticos de vigilancia.

## Gráfica 8. Número de artículos según el tema de búsqueda en Science Direct



Fuente: Elaboración Autora

En la tabla 8 se relacionan los artículos consultados en la base de datos Science Direct de mayor relevancia por el número de citas, de los 780 resultados de artículos relacionados en el tema de Biofloc se le dio mayor importancia a los relacionados con los factores críticos de vigilancia.

**Tabla 11. Artículos consultados por la base de datos Science Direct**

| Título   | Autor  | Año  | Revista                     |
|--|--|------|-----------------------------|
| Efecto del biofloc in situ y ex situ sobre la respuesta inmune de la tilapia cultivada genéticamente mejorada  | M. Menaga, S. Felix, M. Charulatha, A. Gopalakannan, A. Panigrahi  | 2019 | Fish & Shellfish Immunology |
| La tecnología Biofloc mejora el crecimiento, las respuestas inmunes innatas, el estado oxidativo y la resistencia al estrés agudo en la carpa común ( <i>Cyprinus carpio</i> ) bajo una alta densidad de población                         | Hossein Adineh, Mahdi Naderi, Mohammad Khademi Hamidi, Mohammad Harsij                                     | 2019 | Fish & Shellfish Immunology |
| El impacto de la densidad de población y las fuentes de carbono en la dieta sobre el crecimiento, el estado oxidativo y los marcadores de estrés de la tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) criados en condiciones de biofloc | Mohamed A. A. Zaki, Ahmed N. Alabssawy, Abd El-Aziz M. Nour, Mohammed F. El Basuini, Mohamed M. Abdel-Daim | 2020 | Aquaculture Reports         |
| El papel de la detección de quórum microbiano en las características y la funcionalidad de los bioflocs en los sistemas de acuicultura.  | Nurul Fatimah, G. S. J. Pande, F. M. I. Natrah, Wellya Wichi Meritha, Julie Ekasari                        | 2019 | Aquaculture                 |
| Acumulación de nitrato en sistemas de acuicultura biofloc.   | Guozhi Luo, Jinxiang Xu, Haoyan Meng   | 2020 | Aquaculture                 |
| Efecto de diferentes fuentes de carbono sobre la estructura de la comunidad microbiana y la composición de la formación de biofloc ex situ   | Yan-fang Wei, An-li Wang, Shao-an Liao   | 2020 | Aquaculture                 |
| Gestión de la relación C/N de entrada para reducir el riesgo de brotes de enfermedad de necrosis hepatopancreática aguda (AHPND) en los sistemas de biofloc: un estudio de laboratorio   | Barbara Hostins, Wilson Wasielesky, Olivier Decamp, Peter Bossier, Peter De Schryver                       | 2019 | Aquaculture                 |
| Efecto del biofloc in situ y ex situ sobre la respuesta inmune de la tilapia   | M. Menaga, S. Felix, M. Charulatha, A. Gopalakannan, A.  | 2019 | Fish & Shellfish            |

| Título  | Autor  | Año  | Revista                     |
|---|--|------|-----------------------------|
| cultivada genéticamente mejorada  | Panigrahi  |      | Immunology                  |
| Análisis de rendimiento y comunidad microbiana del sistema combinado de tecnología de desnitrificación y biofloc (CDBFT) que trata las aguas residuales de la acuicultura rica en nitrógeno   | Changwei Li, Jiawei Li, Gang Liu, Yale Deng, Dezhao Liu  | 2019 | Bioresource Technology      |
| Rendimiento del crecimiento, morfología intestinal y respuesta de inmunidad inespecífica de alevines de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) cultivados en sistemas de biofloc con diferentes fuentes de carbono y proporciones C:N de entrada | Neda Mirzakhani, Eisa Ebrahimi, Seyed Amir Hossein Jalali, Julie Ekasari                             | 2019 | Aquaculture                 |
| Biofloc formation improves water quality and fish yield in a freshwater pond aquaculture system   | Haokun Liu, Handong Li, Hui Wei, Xiaoming Zhu, Shouqi Xie  | 2019 | Aquaculture                 |
| Efectos de diferentes fuentes de carbono sólido sobre la calidad del agua, la calidad del biofloc y la microbiota intestinal de las larvas de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> )   | Jiawei Li, Gang Liu, Changwei Li, Yale Deng, Dezhao Liu  | 2018 | Aquaculture                 |
| Influencia de la densidad de población en el crecimiento, actividades enzimáticas digestivas, respuestas inmunes, antioxidante de alevines de <i>Oreochromis niloticus</i> en sistemas biofloc  | Gang Liu, Zhangying Ye, Dezhao Liu, Jian Zhao, Songming Zhu  | 2018 | Fish & Shellfish Immunology |
| Efectos de las fuentes de carbono y los niveles de proteínas vegetales en un sistema biofloc sobre el rendimiento del crecimiento y el estado inmunitario y antioxidante de la tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> )                            | Abdallah Tageldien Mansour, Maria Ángeles Esteban  | 2017 | Fish & Shellfish Immunology |
| Uso de diferentes fuentes de carbono para el sistema biofloc durante el cultivo de alevines de carpa común ( <i>Cyprinus carpio</i> L.)   | Farideh Bakhshi, Ebrahim H. Najdegerami, Ramin Manaffar, Amir Tukmechi, Kaveh Rahmani Farah          | 2018 | Aquaculture                 |
| La tecnología Biofloc afecta positivamente el rendimiento de las larvas de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> )  | Julie Ekasari, Dio Rheza Rivandi, Amalia Putri Firdausi, Enang Harris Surawidjaja, Peter De Schryver | 2015 | Aquaculture                 |
| Las relaciones C:N afectan la   | Jorge A. Pérez-Fuentes, Martha   | 2    | Aquaculture                 |



| Título   | Autor  | Año  | Revista                     |
|--|--|------|-----------------------------|
| eliminación de nitrógeno y la producción de tilapia del Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> criado en un sistema biofloc bajo cultivo de alta densidad   | P. Hernández-Vergara, Carlos I. Pérez-Rostro, Ira Fogel  | 016  | e                           |
| Efecto del biofloc in situ y ex situ sobre la respuesta inmune de la tilapia cultivada genéticamente mejorada  | M. Menaga, S. Felix, M. Charulatha, A. Gopalakannan, A. Panigrahi  | 2019 | Fish & Shellfish Immunology |
| La tecnología Biofloc mejora el crecimiento, las respuestas inmunes innatas, el estado oxidativo y la resistencia al estrés agudo en la carpa común ( <i>Cyprinus carpio</i> ) bajo una alta densidad de población                         | Hossein Adineh, Mahdi Naderi, Mohammad Khademi Hamidi, Mohammad Harsij                                     | 2019 | Fish & Shellfish Immunology |
| El impacto de la densidad de población y las fuentes de carbono en la dieta sobre el crecimiento, el estado oxidativo y los marcadores de estrés de la tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) criados en condiciones de biofloc | Mohamed A. A. Zaki, Ahmed N. Alabssawy, Abd El-Aziz M. Nour, Mohammed F. El Basuini, Mohamed M. Abdel-Daim | 2020 | Aquaculture Reports         |
| El papel de la detección de quórum microbiano en las características y la funcionalidad de los bioflocs en los sistemas de acuicultura.  | Nurul Fatimah, G. S. J. Pande, F. M. I. Natrah, Wellya Wichi Meritha, Julie Ekasari                        | 2019 | Aquaculture e               |
| Acumulación de nitrato en sistemas de acuicultura biofloc.   | Guozhi Luo, Jinxiang Xu, Haoyan Meng   | 2020 | Aquaculture e               |
| Efecto de diferentes fuentes de carbono sobre la estructura de la comunidad microbiana y la composición de la formación de biofloc ex situ   | Yan-fang Wei, An-li Wang, Shao-an Liao   | 2020 | Aquaculture e               |
| Gestión de la relación C/N de entrada para reducir el riesgo de brotes de enfermedad de necrosis hepatopancreática aguda (AHPND) en los sistemas de biofloc: un estudio de laboratorio   | Barbara Hostins, Wilson Wasielesky, Olivier Decamp, Peter Bossier, Peter De Schryver                       | 2019 | Aquaculture e               |
| Efecto del biofloc in situ y ex situ sobre la respuesta inmune de la tilapia cultivada genéticamente mejorada  | M. Menaga, S. Felix, M. Charulatha, A. Gopalakannan, A. Panigrahi  | 2019 | Fish & Shellfish Immunology |
| Análisis de rendimiento y comunidad microbiana del sistema combinado de tecnología de desnitrificación y biofloc (CDBFT) que trata las aguas residuales de la acuicultura rica en nitrógeno  | Changwei Li, Jiawei Li, Gang Liu, Yale Deng, Dezhao Liu  | 2019 | Bioresource Technology e    |
| Rendimiento del crecimiento, morfología intestinal y respuesta de  | Neda Mirzakhani, Eisa Ebrahimi, Seyed Amir Hossein   | 2019 | Aquaculture e               |

| Título  | Autor   | Año  | Revista                     |
|---|---|------|-----------------------------|
| inmunidad inespecífica de alevines de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) cultivados en sistemas de biofloc con diferentes fuentes de carbono y proporciones C:N de entrada       | Jalali, Julie Ekasari                                       |      |                             |
| Biofloc formation improves water quality and fish yield in a freshwater pond aquaculture system   | Haokun Liu, Handong Li, Hui Wei, Xiaoming Zhu, Shouqi Xie   | 2019 | Aquaculture                 |
| Efectos de diferentes fuentes de carbono sólido sobre la calidad del agua, la calidad del biofloc y la microbiota intestinal de las larvas de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) | Jiawei Li, Gang Liu, Changwei Li, Yale Deng, Dezhao Liu     | 2018 | Aquaculture                 |
| Influencia de la densidad de población en el crecimiento, actividades enzimáticas digestivas, respuestas inmunes, antioxidante de alevines de <i>Oreochromis niloticus</i> en sistemas biofloc  | Gang Liu, Zhangying Ye, Dezhao Liu, Jian Zhao, Songming Zhu | 2018 | Fish & Shellfish Immunology |

Fuente: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2054>

## Estado de la técnica

A continuación se describe el método para el cultivo de larvas de tilapia y desarrollo hasta la fase de alevinaje en sistema biofloc manejado en la estación piscícola La Esperanza de Agroavícola San Marino.

El cultivo de biofloc se desarrolla en sistemas cerrados; se utilizan tanques de geomembrana en los que se prepara el biofloc proceso descrito en el Protocolo Metodología Biofloc, se utiliza tanques circulares de 12 metros de diámetro con capacidad de 130.000 litros, en un tanque se siembran 150.000 larvas en rango de post eclosión de 24 a 30 horas. Se mantienen durante 25 días donde se suministra alimento concentrado al 9% de la biomasa con un contenido proteico del 45% y se realiza el proceso de reversión sexual (solo machos) que

tienen mejor rendimiento en canal. Se cosechan alevinos de un peso promedio de 2 gramos que salen para su comercialización. Para el suministro de aireación se utiliza un blower de una potencia de 3 hp para 3 tanques. Los parámetros de calidad de aguas que se toman son: oxígeno, nitritos, nitratos, amonio, dureza, alcalinidad, pH y temperatura. Estos parámetros se toman de forma diaria en el siguiente horario: 8 am, 12m, 4pm, 8pm y 3am.

**Figura 7. Tanques en geomembrana.**



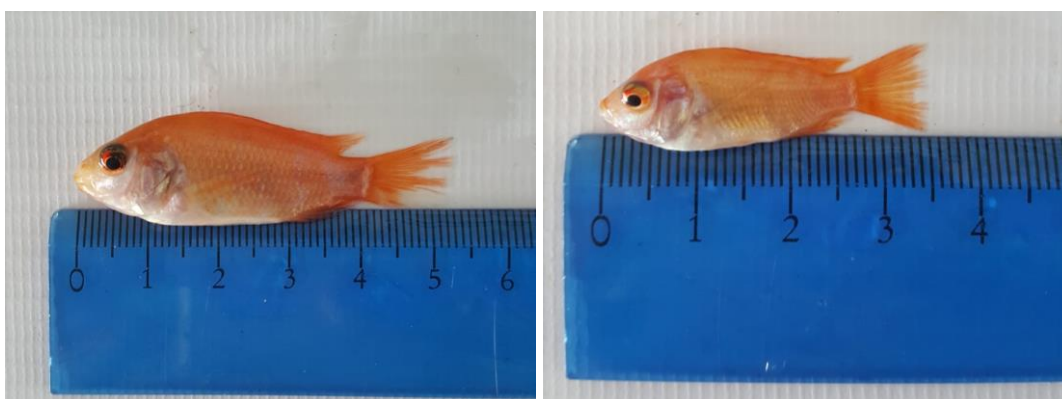
Fuente: Autora

**Figura 8. Conteo volumétrico y siembra de larvas en tanques de geomembrana.**



Fuente: Autora

**Figura 9. Alevinos tilapia roja de sistema biofloc para comercialización.**



Fuente: Autora

A continuación se presenta una tabla comparativa del sistema de cultivo de alevinos en biofloc frente al sistema tradicional.

**Tabla 12. Comparativo sistema de cultivo alevinaje biofloc frente al sistema tradicional.**

| <b>Sistema Biofloc</b>                | <b>Sistema tradicional</b>           |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Densidad 150.000larvas/m <sup>3</sup> | Densidad 15.000larvas/m <sup>3</sup> |
| Siembra 30 horas post eclosión        | Siembra 5 días post eclosión         |
| Tiempo ciclo 25 días                  | Tiempo ciclo 28 días                 |
| Peso promedio final 2gr               | Peso promedio final 1gr              |
| % de alimentación 9                   | % de alimentación 12                 |
| % de recambio 0                       | % de recambio 20 al día              |
| % de sobrevivencia 90                 | % de sobrevivencia 60                |

Fuente: Agroavícola San Marino

Se realizó la búsqueda de patentes en Google Patents, PatentScope y Espacenet, en los que se encontró 307, 78 y 25 resultados respectivamente. Se seleccionó los más relevantes para su análisis y estudio.

De la información consolidada se resalta que el país con más patentes registradas de Biofloc es República de Corea con 39 seguido de China con 20 patentes y Estados Unidos con 7 Patentes.

**Tabla 13. Información consolidada Patentes Biofloc**

| Países                            |    | Solicitantes                                       |   | Inventores                 |   | código CIP |    | Fechas de publicación |    |
|-----------------------------------|----|--|---|----------------------------|---|------------|----|-----------------------|----|
| República de Corea                | 39 | 주식회사 네오엔비즈   | 8 | JANG, IN KWONJANG, IN KWON | 8 | A01K       | 58 | 2013                  | 1  |
| China                             | 20 | NEOENBIZNEOENBIZ                                   | 7 | LEE, KYU TAELEE, KYU TAE   | 8 | C02F       | 34 | 2014                  | 11 |
| Estados Unidos de América         | 7  | 엔유씨 주식회사   | 7 | 이규태                        | 8 | C12N       | 13 | 2015                  | 4  |
| PCT                               | 5  | NUC CORPORATIONNUC CORPORATION                     | 5 | 장인권                        | 8 | B01F       | 9  | 2016                  | 13 |
| Oficina Europea de Patentes [OEP] | 2  | INDUSTRY FOUNDATION OF CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY | 3 | LIM, SE JINLIM, SE JIN     | 7 | A23K       | 7  | 2017                  | 16 |
| Alemania                          | 1  | NISSIN FOODS HOLDINGS CO., LTD.                    | 3 | 임세진                        | 6 | B01D       | 7  | 2018                  | 14 |
| Francia                           | 1  | 대한민국   | 3 | HUANG WENWEN               | 4 | A01G       | 6  | 2019                  | 15 |
| India                             | 1  | 전남대학교산학협력단   | 3 | LIU JING                   | 4 | C12R       | 6  | 2020                  | 1  |
| Malasia                           | 1  | GUANGZHOU PULIN BIOLOGICAL PRODUCTS CO., LTD.      | 2 | YU, BYEONG HWA             | 4 | C05G       | 2  |                       |    |
| Viet Nam                          | 1  | KIM, YOUNG DON                                     | 2 | YUAN YONGQING              | 4 | C09K       | 2  |                       |    |

Fuente. Organización Mundial de Propiedad Intelectual WIPO

La Clasificación Internacional de Patentes (CIP), establecida por el Arreglo de Estrasburgo de 1971, prevé un sistema jerárquico de símbolos independientes del idioma para clasificar las patentes y los modelos de utilidad con arreglo a los distintos sectores de la tecnología a los que pertenecen. La CIP divide la tecnología en ocho secciones, con unas 70.000 subdivisiones, cada una de las cuales cuenta con un símbolo que consiste en números arábigos y letras del alfabeto latino. En la gráfica 9 se presenta la distribución de patentes por código y a continuación se relacionan los códigos presentados.

**A01K:** La cría de animales; avicultura apicultura; piscicultura; pescar; animales de crianza o cría, no se proporcionan de otra manera; nuevas razas de animales

**C02F:** Tratamiento de agua, aguas residuales, alcantarillado o lodos

**C12N:** Microorganismos o enzimas; composiciones de los mismos; propagando, conservando o manteniendo microorganismos; mutación o ingeniería genética; medios de cultivo

**B01F:** Mezcla. Ej. Disolver, emulsificar, dispersar

**A01G:** Horticultura; cultivo de verduras, flores, arroz, frutas, vides, lomas o algas; silvicultura; riego

**A23K:** Materias de alimentación adaptadas especialmente para animales; métodos adaptados especialmente para la producción de los mismos

**B01D:** Separación (separación de sólidos de sólidos por métodos húmedos)

**A01G:** Horticultura; cultivo de verduras, flores, arroz, frutas, vides, lomas o algas; silvicultura; riego

**C12R:** Esquema de indexación asociado a las subclases c12c - c12q , relacionadas con microorganismos

**C05G:** Mezclas de fertilizantes cubiertos individualmente por diferentes subclases de clase c05; mezclas de uno o más fertilizantes con aditivos NO tiene una actividad específica fertilizantes

**C09K:** Materiales para aplicaciones no proporcionadas de otra manera; aplicaciones de materiales no proporcionados de otra manera

### Gráfica 9. Código Principal de las Patentes



Fuente. Organización Mundial de Propiedad Intelectual WIPO

En los últimos siete años el mayor número de patentes se ubican entre los años 2016 y 2019 como se aprecia en la gráfica 10.

### Gráfica 10. Fecha de Publicación de las Patentes



Fuente. Organización Mundial de Propiedad Intelectual WIPO

**Patentes más relevantes de Google Patents.** Permite buscar entre aproximadamente siete millones de patentes por parámetros como número, fecha o nombre del inventor. Agrupa patentes de las oficinas de: la Oficina Europea de Patentes (EPO), Patente de Estados Unidos

y la Oficina de Marcas (USPTO), la Oficina Japonesa de Patentes (JPO), la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO), así como las de China, Alemania y Canadá.

KR102060054B1: Granja de camarones con biofloc

CN105366820A: Método para cultivar biofloc y método para aplicar biofloc a la acuicultura

US5445740A: Biofiltro de medios flotantes

KR101270631B1: Tanque multi complejo para una acuicultura utilizando el bio-floc

KR101644085B1: Un microorganismo para el sistema de acuicultura Bio-Floc

US20190364857A1: Sistema de acuicultura

JP6131342B2: Método para producir agua cultivada esterilizada y método para cultivar peces de agua esterilizada que fluyen usando el mismo

BR102014031422A2: Sistema y método automatizado y autosostenible para la producción de derivados de la acuicultura

US7431832B2: Sistemas para reducir la contaminación del agua

CN105600942A: Método para la formación de bioflocs por floración cianobacteriana

CN105981680A: Método de preparación de bioflocs en la cría ecológica de estanques de carpas

JP2017163938A: Método de cultivo del organismo acuático

KR20170110185A: Tanque de acuicultura para bio-floc

CN105230548A: Método de cría de tilapia de alto rendimiento

A continuación se presentan los resúmenes de algunas patentes de Google Patents.

**Cuadro 1. Método para cultivar biofloc y método para aplicar biofloc a la acuicultura.**

|            |                  |             |       |            |      |
|------------|------------------|-------------|-------|------------|------|
| <b>Cod</b> | CN1053668<br>20A | <b>País</b> | China | <b>Año</b> | 2015 |
|------------|------------------|-------------|-------|------------|------|



|   |  |
|---|--|
| <b>Inventor</b>   | Bao Wei Yang Chen Haibing Yu Ming Chao Ji Rojo Nueve |
| <p><b>Resumen:</b> La invención describe un método para el cultivo. biofloc y un método para aplicar el biofloc a la acuicultura, y pertenece al campo técnico de la acuicultura. La paja se tritura y se mezcla uniformemente con almidón de maíz y agua, la mezcla se corta en partículas sólidas de 0,45 mm a 0,55 mm después de soplar, y las partículas sólidas y el agua de acuicultura se mezclan de acuerdo con la relación de volumen de (1-1.2 ): 1; el bacilo se agrega al agua de acuicultura, de modo que el recuento viable es <math>(2-5) * 1,010</math> ufc / L; se recogen los sólidos suspendidos en una unidad de cultivo, y el biofloc obtenido; cuando se realiza la acuicultura, 0.3-0.5 kg de biofloc se agrega a cada estere de cultivo de agua de estanque, el biofloc se rocía en el agua de acuicultura, y la relación de volumen del bioflocregar en un estanque de cultivo se mantiene en un rango de 10% a 15% en el período de cultivo. Se obtiene una fuente de carbono a través del tratamiento bioquímico en la paja, el costo de cultivo del biofloc se reduce, el biofloc se promueve para crecer rápidamente, y el biofloc con el tamaño de grano de 500 micrómetros a 1,000 micrómetros se obtiene. Se ajusta la calidad del agua de la acuicultura y se aumenta la tasa de utilización del cebo.</p> |  |

**Cuadro 2. Sistema de acuicultura en estanques para la cría de biofloc y el control de la concentración de flóculos.**

|  |   |             |       |            |      |
|--|---|-------------|-------|------------|------|
| <b>Cod</b>   | CN2035381<br>34U  | <b>País</b> | China | <b>Año</b> | 2013 |
| <b>Inventor</b>  | Li Zhifei Wang Guangjun Xie Jun Yu De Guangyu Segundo mongol<br>Wang Haiying Gong Wang Bao Xia Yun Weinan |             |       |            |      |
| <p><b>Resumen:</b> El modelo de utilidad se refiere a un sistema de acuicultura en estanques, en particular a un sistema de acuicultura en estanques para biofloc cría y control de la concentración de flóculos. El sistema de acuicultura en estanques para biofloc el control de la cría y la concentración de flóculos comprende un estanque de acuicultura, una bomba de agua, un dispositivo de separación sólido-líquido de colador de tamiz y un biofloc Colector sólido. El estanque de acuicultura está conectado con el dispositivo de separación sólido-líquido de curva de tamiz a través de una tubería de salida de agua y la</p> |   |             |       |            |      |

bomba de agua. El dispositivo de separación sólido-líquido de doblez de tamiz está conectado con el biofloc Colector sólido. El dispositivo de separación sólido-líquido de doblez de tamiz también está conectado con el agua de acuicultura a través de una tubería de entrada de agua, y el agua acuática ingresa al dispositivo de separación sólido-líquido de doblez de tamiz a través de la tubería de salida de agua y la bomba de agua. Después de que la separación se lleva a cabo en el agua acuática por el dispositivo de separación sólido-líquido de la criba de tamiz, los bioflocs aislados ingresan al biofloc colector sólido, y el agua aislada fluye de regreso al estanque de acuicultura a través de la tubería de entrada de agua. Mediante la adopción del sistema de acuicultura en estanques para la cría de bio-floc y el control de la concentración de floc, el requisito para biofloc la concentración de una variedad específica de mejoramiento puede cumplirse por completo, la eficiencia de la acuicultura mejora enormemente, y el sistema de acuicultura en estanques para la mejora biológica y el control de la concentración de floculación tiene las ventajas de ahorrar agua, utilizar la alimentación eficientemente, reducir el consumo de energía y similares.

### **Cuadro 3. Método para la formación de bioflocs por floración cianobacteriana.**

|  |   |             |       |            |      |
|--|---|-------------|-------|------------|------|
| <b>Cod</b>   | CN1056009<br>42A  | <b>País</b> | China | <b>Año</b> | 2013 |
| <b>Inventor</b>  | Wang Xiaodong Liu Xingguo Ni Qi Song Ben Ben Zhang Hai Geng Liu<br>Huang Chen Jun |             |       |            |      |
| <p>Resumen: La invención describe un método para la formación de bioflocs por floración cianobacteriana. El método incluye: la adquisición de floración de cianobacterias que contiene agua in situ a partir de floración de cianobacterias ocurrida y la concentración adecuada para mantener la concentración de nitrógeno total del sistema de floración de cianobacterias concentrado a 40-150mg/L, la concentración de carbono orgánico total disuelto a 40-150mg/L, y la relación (relación de masa) de nitrógeno total a fósforo total a 3: 1-6: 1; manteniendo la alteración de la aireación de la floración de las cianobacterias concentradas a 22-38DEG C durante 20-25 días para ver bioflocs formados, en los que aparecen muchas navicula, Stauroneis y otras plantas de diatomeas. El método puede transformar la floración cianobacteriana en bioflocs preponderantes de</p> |   |             |       |            |      |

|                           |
|---------------------------|
| bacterias heterotróficas. |
|---------------------------|

**Cuadro 4. Preparación de microorganismos para el sistema de acuicultura biofloc.**

|   |                   |             |               |            |      |
|---|-------------------|-------------|---------------|------------|------|
| <b>Cod</b>  | KR10164408<br>5B1 | <b>País</b> | Corea del Sur | <b>Año</b> | 2015 |
| <b>Inventor</b>   | Kang Ju-chan      |             |               |            |      |
| <p><b>Resumen:</b> La presente invención se refiere a una preparación de microorganismos para un sistema de acuicultura de biofloc. Una preparación de microorganismos para un biofloc el sistema de acuicultura de camarones comprende 679.4 L de agua de mar, 380 L de agua dulce, 20 L de melaza, 20 L de microorganismos efectivos (EM), 0.5 L de bacterias fotosintéticas, 0.1 L de vitamina y bacterias de camarones como productos activos. La preparación de microorganismos para un biofloc El sistema de acuicultura de camarones según la presente invención se caracteriza porque la preparación de microorganismos para la biofloc el sistema de acuicultura de camarones se mezcla con agua de mar a una concentración de 120% en volumen cuando 1 L de la preparación de microorganismos para el biofloc sistema de acuicultura de camarones mezclado con 50 toneladas de agua de mar basado en una concentración del 100% en volumen. La preparación de microorganismos de la presente invención tiene el efecto de que la preparación de microorganismos puede usarse de manera útil en un biofloc El sistema de acuicultura ya que la preparación de microorganismos aumenta en gran medida los genes relacionados con las inmunidades de los camarones, tiene un excelente efecto de cultivo de camarones, descompone los subproductos formados por microorganismos y es capaz de reutilizar los subproductos descompuestos como nutrientes necesarios nuevamente en la acuicultura.</p> |                   |             |               |            |      |

**Patentes más relevantes de Espacenet.** Fue desarrollado por La Oficina Europea de Patentes (EPO) junto con los estados miembros de la Organización de patente europea. Cada estado miembro tiene un servicio de Espacenet en su nacional lengua, y acceso a los EPO mundiales de la base de datos, la mayor parte están en Inglés. Para el final de 2006, el

servicio mundial de Espacenet contuvo expedientes en casi 60 millones de publicaciones de patentes.

KR102060054: Granja de camarones con biofloc

US2019364856: Sistema de acuicultura y método de producción para organismos acuáticos

CN110402864: Método de cultivo de tipo interior camarones biofloc

CN109601459: Sistema de recirculación acuícola de tipo autolimpiante basado en tecnología biofloc

KR101959432 Optimización de energía ambiental sistema de biofloc controlable

KR101934267: Filtro de extracción de sólidos suspendidos TSSTotal interno para el sistema de tecnología Biofloc

CN109548720: Sistema de cultivo de langostino compuesto basado en el cultivo de biofloc ex situ y nitrificación in situ

CN108504605: Medio Biofloc

CN108503047 Método de domesticación y cultivo para desnitrificar semillas de biofloc

KR101883172: Sistema de acuicultura Biofloc especializado para peces

KR20180080526: Sistema de cultura biofloc ahorro de energía utilizando energía solar

KR20180078757: Sistema de acuicultura para la producción de siembra de poliquetos utilizando biofloc

KR20180066770: Microorganismo novedoso panibacillus sp. DB8 que tiene actividad de degradación de amoníaco y ácido nitroso y composición que comprende lo mismo para biofloc para acuicultura de productos pesqueros acuicultura de productos pesqueros utilizando el mismo método de fabricación para la composición de biofloc para acuicultura de productos pesqueros

WO2018110387: Sistema y método para cultivar peces y mariscos

A continuación se presentan los resúmenes de algunas patentes de Espacenet.

**Cuadro 5. Sistema de acuicultura Biofloc especializado para peces.**

|   |   |             |       |              |                |
|---|---|-------------|-------|--------------|----------------|
| <b>Cod</b>  | KR1018831<br>72   | <b>País</b> | Corea | <b>Fecha</b> | 30/07/2<br>018 |
| <b>Inventor</b>   | KIM SU KYOUNG; KIM JONGHYUN; KIM JUN HWAN; KIM SU KYOUNG; GANADO JEONG JAE; KIM CHANG DUK |             |       |              |                |
| <p><b>Resumen:</b> La presente invención proporciona un sistema de acuicultura biofloc para peces. El bioflocel sistema de acuicultura para peces incluye: un tanque de agua de alimentación que tiene un volumen predeterminado y un organismo de acuicultura acomodativo, en el que el tanque de agua de alimentación tiene un drenaje en la parte inferior; un primer tanque de desnitrificación que aloja agua de alimentación en el tanque de agua de alimentación, que fluye hacia el primer tanque de desnitrificación, al estar conectado al tanque de agua de alimentación por una tubería de conexión, en el que el primer tanque de desnitrificación incluye un impulsor para mezclar el agua de alimentación y provocar una desnitrificación proceso; un segundo tanque de desnitrificación que aloja el agua de alimentación del primer tanque de agua de alimentación, que fluye hacia el segundo tanque de desnitrificación, al estar conectado al primer tanque de desnitrificación por la tubería de conexión, en donde el proceso de desnitrificación ocurre en el agua de alimentación por el segundo tanque de desnitrificación; un tanque de aireación que aloja el agua de alimentación del segundo tanque de desnitrificación, que fluye hacia el tanque de aireación, al estar conectado al segundo tanque de desnitrificación por la tubería de conexión, en donde el tanque de aireación incluye un dispositivo de aireación y está conectado al tanque de agua de alimentación por el tubería de conexión; y un ventilador que recoge el gas formado y descargado, al conectarse a la parte superior del tanque de aireación, el primer tanque de desnitrificación y el segundo tanque de desnitrificación y descargar el gas recogido al exterior y un ventilador que recoge el gas formado y descargado, al conectarse a la parte superior del tanque de aireación, el primer tanque de desnitrificación y el segundo tanque de desnitrificación y descargar el gas recogido al exterior. Un ventilador que recoge el gas formado y descargado, al conectarse a la parte superior del tanque de aireación, el primer tanque de desnitrificación y el segundo tanque de desnitrificación y descargar el gas recogido al exterior. El sistema de acuicultura de biofloc para peces puede eliminar rápida y económicamente el ácido nítrico excesivo en la acuicultura de</p> |   |             |       |              |                |

biofloc que es tóxica para peces, y por lo tanto, puede mejorar y mantener fácilmente el ambiente acuático de la acuicultura.

### Cuadro 6. Medio Biofloc.

|  |  |             |       |              |               |
|--|--|-------------|-------|--------------|---------------|
| <b>Cod</b>   | CN1085046<br>05  | <b>País</b> | China | <b>Fecha</b> | 7/09/20<br>18 |
| <b>Inventor</b>  | Chen Zonghui; SOL CHENGWEN; ZHAO CHANGCHEN; JIANG XIAOYAN; LIU ZHIJUN; TAO JIAFA; LAI YINGTIAO; GONG HUA; HUANG ZHIBIN |             |       |              |               |
| <p><b>Resumen:</b> La invención se refiere a un medio biofloc. El medio biofloc se prepara a partir de miel de soja, melaza de sacarosa, almidón espesante, polvo de salvado de trigo, bacterias del ácido láctico, fosfato monopotásico y fosfato monocálcico. El medio biofloc se puede cultivar en un cuerpo de agua de bacterias buenas tales como amonificadores, bacterias nitritas, bacterias nitrificantes, bacterias desnitrificantes y similares, bajo la condición de alcalinidad y dureza total adecuadas, biofloc desnitrificante puede formar y tiene una capacidad de desnitrificación estable y eficiente, así como funciones de asimilación y disimilación, de modo que el nitrógeno residual en el agua se puede descargar en forma de nitrógeno, se limpia el cuerpo de agua, se estabiliza un sistema, no se desinfectan y matan las drogas utilizado en todo el proceso, y el cultivo verde y la descarga de contaminación cero se realizan de verdad. Dificultades de cultivo, tales como color del agua malo, exceso estándar de nitrógeno y nitrito de amoníacal a largo plazo, permanecer en un nivel alto o intenso de variación de pH, reproducción de algas azul-verdes, inundación de parásitos, turbidez a largo plazo del cuerpo de agua, contaminación grave, múltiples enfermedades y similares del cuerpo de agua debido al desequilibrio carbono-nitrógeno pueden prevenirse y tratarse utilizando el medio biofloc regularmente.</p> |  |             |       |              |               |

### Cuadro 7. Sistema y método para cultivar peces y mariscos.

|            |                  |             |  |              |                |
|------------|------------------|-------------|--|--------------|----------------|
| <b>Cod</b> | WO2018110<br>387 | <b>País</b> |  | <b>Fecha</b> | 21/06/2<br>018 |
|------------|------------------|-------------|--|--------------|----------------|

|   |              |
|---|--------------|
| <b>Inventor</b>   | NISHI SHINGO |
| <p><b>Resumen:</b> Proporcionar un sistema y un método por el cual los peces y mariscos pueden ser cultivados por medio de un sistema simple que use la menor cantidad posible de productos químicos o dispositivos de filtración, incluso en áreas del interior.</p> <p>[Solución] El sistema para el cultivo de peces y mariscos mediante el uso de biofloc tiene un primer tanque de cría 10 para la cría de peces y mariscos y un segundo tanque de cría 20 para la cría de peces y mariscos diferentes de los criados en el primer tanque de cría 10, en donde la primera cría el tanque 10 y el segundo tanque de cría 20 están conectados entre sí de tal manera que el agua de cría del mismo circula sin pasar a través de un dispositivo de filtración.</p> |              |

### Patentes PatentScope

La base de datos PATENTSCOPE proporciona acceso a las solicitudes internacionales del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) en formato de texto completo el día de la publicación, y a los documentos de patentes de las oficinas nacionales y regionales de patentes participantes.

A continuación se presentan los resúmenes de algunas patentes de PatentScope.

### Cuadro 8. Fórmula de producción de biofloc desnitrificado.

|                    |  |                                    |                |
|--------------------|--|------------------------------------|----------------|
| <b>Cod</b>         | 108147553  | <b>N° Solicitud</b>                | 201711463063.0 |
| <b>Solicitante</b> | GUANGZHOU RIRIHONG WATER ENVIRONMENT TREATMENT CO., LTD. |                                    |                |
| <b>Inventor</b>    | Yuan<br>Yongqing   | <b>Clasificación Internacional</b> | C02F 3/34      |

**Resumen:** La invención describe una fórmula de producción de biofloc desnitrificado. El biofloc desnitrificado comprende 35% de polvo de piel de frijol, 25% de sobras de sacarosa, 30% de salvado de trigo, 5% de oligoelemento medio, catalizador y bacterias microbianas beneficiosas. Los desechos orgánicos agrícolas se utilizan por completo, las sustancias fuente de carbono se reciclan en el medio ambiente acuícola y se puede realizar una utilización sostenible e integral de los recursos; las materias primas son de bajo costo y fáciles de obtener, de modo que los materiales locales pueden usarse de acuerdo con las condiciones locales; Las sustancias nutricionales liberadas después de que los materiales en bruto se tecnologizan pertenecen a la estructura micromolecular, son extremadamente solubles en agua y diferentes de otros productos reciclados que pueden descomponerse completamente y acumularse en un estanque después de un largo tiempo, lo que causa contaminación secundaria; Se facilita la circulación de la fuente de carbono del ambiente de calidad del agua de cría.

**Cuadro 9. Aparato automático de gestión del agua para la cría para prevenir la mortalidad masiva de los productos de acuicultura biofloc.**

|                     |                                |                                    |             |
|---------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------|
| <b>Cod</b>          | 1017490030000                  | <b>N° Solicitud</b>                | 1,02016E+12 |
| <b>Solicita nte</b> | LEE, KYU TAELEE, KYU TAE       |                                    |             |
| <b>Inventor</b>     | LEE, KYU<br>TAELEE, KYU<br>TAE | <b>Clasificación Internacional</b> | A01K 61/00  |

**Resumen:** Un aparato automático de gestión del agua de cría para prevenir la mortalidad en masa de los productos de acuicultura de biofloc según la presente invención comprende: un tanque de agua de cría en el que un espacio de alojamiento para acomodar biofloc se forman microorganismos, agua de cría y productos de acuicultura; un dispositivo de formación de corriente de agua que está instalado en una pared lateral del tanque de agua de cría para formar una corriente de agua del agua de cría en una dirección predeterminada; un drenaje del tanque de agua de cría que se instala en una porción intermedia del tanque de agua de cría, y a través del cual se descarga el agua de cría y los productos de la acuicultura pueden moverse; un dispositivo de separación automática que se instala en una superficie lateral superior del tanque



de agua de cría y se conecta al drenaje del tanque de agua de cría a través de una tubería de movimiento para mover los productos de la acuicultura de los síntomas iniciales de mortalidad solo de modo que se realice un monitoreo de los productos de la acuicultura movidos de la primera síntomas de mortalidad; y un tanque microbiano que está conectado al dispositivo de separación automática para realizar el drenaje y la purificación del agua de cría descargada. Por consiguiente, el aparato de gestión automática del agua de cría de acuerdo con la presente invención tiene los efectos de prevenir la mortalidad en masa de los productos de la acuicultura y reducir la mano de obra y los esfuerzos al separar los productos de la acuicultura que muestran los síntomas iniciales de mortalidad en una granja de biofloc en la que el estado de los productos acuícolas no puede confirmarse a simple vista y realizar un proceso de monitoreo en tiempo real, por lo tanto, realiza automáticamente una operación de gestión que puede prevenir la mortalidad de los productos acuícolas de acuerdo con un número determinado de la acuicultura productos

1017490030000 Aparato automático de gestión del agua para la cría para prevenir la mortalidad masiva de los productos de acuicultura biofloc

### **Protocolo Metodología Biofloc**

Se fundamenta en mantener las condiciones de equilibrio en el sistema tomando los parámetros de calidad de aguas y realizar correctivos cuando algún parámetro se salga de su rango apto para la especie y genere problemas.

Un aspecto importante a tener en cuenta en la conformación del protocolo de biofloc es que la aplicación de esta tecnología depende de muchos factores entre estos la especie a cultivar, su fase de desarrollo y los parámetros medioambientales dados por la ubicación; es importante adaptarla a las necesidades del cultivo.

Se debe realizar el cultivo en tanques (sistemas cerrados), llenar los tanques de agua y se prepara el agua durante 15 días previos a la siembra adicionando: alimento pulverizado, melaza, nitrito amónico o sales de amonio, bicarbonato sódico, salvado de arroz o trigo y de forma opcional probióticos se debe airear muy bien los tanques y no realizar recambios de agua que es donde se formaran los microorganismos beneficiosos.

**Preparación Biofloc.** Para la preparación del biofloc existen fórmulas para el cálculo de la cantidad de melaza aplicar. Se tiene en cuenta la estimación de la generación de una carga de nitrógeno amoniacal total (NAT), la que se basa en la cantidad de alimento de los peces, para el cálculo se pueden emplear las ecuaciones formuladas por Timmons (2002) citado por Benavides y López (2012), así:

$$P_{NAT} = F * PC * 0,092 = Kg/día$$

Donde,

$P_{NAT}$  = Tasa de producción de nitrógeno amoniacal total (Kg/día)

F = Cantidad de alimento (kg alimento/día)

PC = Porcentaje de proteína del alimento

0,092 = Constante

La constante 0,092 se obtiene de las siguientes aproximaciones y estimaciones:

$$0,092 = 0,16 \times 0,80 \times 0,80 \times 0,90$$

Donde,

16% (proteína con 16% nitrógeno)

80% nitrógeno es asimilado

80% nitrógeno asimilado es excretado

90% del nitrógeno es excretado como NAT + 10% como urea

Para calcular la cantidad de melaza se toma la relación carbono/ nitrógeno, utilizando la siguiente ecuación

$$XKgC = \frac{AKgC * P_{NAT}}{AKgN}$$

Donde,

XkgC = Cantidad de carbono sin tener en cuenta el porcentaje de C de la melaza

AkgC/AkgN = Relación C/N

P<sub>NAT</sub> = Producción de nitrógeno

Una vez determinada la (XkgC) se procede a verificar la cantidad total de melaza (YkgC) se puede tener en cuenta el porcentaje de carbono de la melaza que se determina con el método de Walkley- Black Colorimetrico.

$$YKgC = \frac{XKgC * 100}{\%C \text{ melasa}}$$

Donde,

$Y_{kgC}$  = Cantidad de melaza a adicionar

$X_{kgC}$  = Cantidad de carbono sin tener en cuenta el porcentaje de C de la melaza

$\%C$  = Porcentaje de carbono de la melaza

Con el paso de los días, después de preparar el agua, esta va adquiriendo un color café por la formación de unas partículas diminutas y traslúcidas que llenan el agua. Puede parecer que el agua se está ensuciando pero en Biofloc ese es el aspecto deseado. El agua ahora, es una mezcla de microorganismos que se están pegando unos a otros hasta formar pequeñas colonias que componen los flóculos. Lo ideal en sistemas de biofloc es conseguir una coloración del agua marrón oscura (Bacterias heterotróficas). Durante el proceso de conformación de los bioflóculos y durante todo el ciclo no se realiza ningún recambio de agua. Tras el día 15 de preparación del agua se siembra las larvas de tilapia.

Estas larvas inmediatamente empiezan a ingerir los bioflóculos, enriqueciendo la dieta de alimento balanceado suministrado. La disponibilidad constante de alimento en el medio reduce el estrés y mortalidad de las larvas; la presencia de microalgas y zooplancton permite que los alevinos se desarrollen sanos y resistentes. El consumo de bioflóculos por los peces genera un importante ahorro en alimento que corresponde al 60% de los costos totales de producción, contribuyendo a un ahorro del 15% de los costos totales.

El agua debe estar siempre bien aireada fundamentalmente para suministrar el oxígeno necesario para los organismos que componen el floc y para los organismos de cultivo además de mantener a los flóculos en la columna de agua y evitar que se vayan al fondo.

La relación C/N que se maneja está en el rango de 15:1 y 20:1. El manejo que debe realizar a esta tecnología reside en asegurarse que los parámetros del agua se mantengan en los rangos correctos, se debe adicionar melaza si el amonio sube de 0.1 mg/L según la aplicación de la fórmula y, si la alcalinidad baja de los parámetros recomendados se adiciona cal hidratada.

A continuación se presenta una tabla de los parámetros físico – químicos a manejar en un sistema de alevinaje de tilapia roja en biofloc.

**Tabla parámetros físico – químicos biofloc.**

| <b>Parámetro</b>      | <b>Rango</b>               |
|-----------------------|----------------------------|
| Temperatura           | 24 - 28°C                  |
| Oxígeno               | >8mg/L                     |
| pH                    | 7 – 9                      |
| Alcalinidad           | >50 mgCaCO <sub>3</sub> /L |
| Dureza                | 80 – 110 mg/L              |
| Nitritos              | 0 mg/L                     |
| Nitratos              | 1.5 – 2 mg/L               |
| Amonio                | 0 mg/L                     |
| Sólidos sedimentables | 100ml/L                    |

Fuente: Agroavícola San Marino

## Conclusiones

La indagación de información en revistas de producción científica tales como Scopus, Scielo y Science Direct permitió establecer el estado del arte en la producción de alevinos de tilapia roja en sistema de biofloc.

Los hallazgos del estudio de vigilancia tecnológica en bases de datos de investigación científica arrojaron que la mayoría de estudios se centraron en evaluar el rendimiento en cuanto a crecimiento y la respuesta inmune de los organismos cultivados en biofloc que se traduce en términos económicos a la rentabilidad del cultivo. Mientras que las patentes se centraron en métodos para la preparación de biofloc y sistemas eficientes de cultivo en tanques y tanques de geomembrana para la aplicación del biofloc.

El proceso de vigilancia tecnología en revistas de investigación y bases de datos de patentes permitió, la identificación de los últimos avances en investigación y tecnologías aplicadas para la innovación y desarrollo eficiente de los procesos en un sistema de cultivo de alevinos de tilapia en biofloc.

Con el estudio y desarrollo de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en un sistema de producción intensiva de alevinos de tilapia roja en cultivo biofloc en la estación piscícola La Esperanza de Agroavícola San Marino, logró establecer un protocolo con información clara disponible para todo el personal de la granja que permite una reacción rápida y oportuna por parte de los operarios en el momento que se presente algún problema generando calidad y seguridad en los procesos, para un desarrollo eficiente y una aplicación adecuada de la tecnología teniendo en cuenta estudios recientes de investigación y aplicación de avances tecnológicos.

La aplicación de la metodología recomendada permitió realizar la inteligencia competitiva mediante el análisis de datos enfocando la información a las necesidades propias del sistema

de cultivo para evitar caer en errores de copiar la tecnología sin los ajustes necesarios para el objetivo previsto.

La inteligencia competitiva permitió generar información de alto valor estratégico de tipo científica y técnica para mantener a la empresa actualizada en los últimos avances que le permiten permanecer competitiva a través del tiempo por sus procesos eficientes además de anticiparse a los cambios del entorno y generar ideas para la toma de decisiones.

## **Recomendaciones**

Es necesario hacer el estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva de forma regular para mantener actualizada a la empresa de los avances en tema de biofloc para una constante innovación en la aplicación de la tecnología.

El sector piscícola en el país necesita la aplicación de estudios de peso académico por sus resultados positivos, para generar un impacto en el sector y que no se queden como ensayos académicos.

Al ser el biofloc una tecnología con un gran potencial aplicable en especies nativas con capacidad filtradora, se recomienda realizar el estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en cultivo de especies nativas como la cachama y el pirarucú que tienen un alto nivel de aceptación en la acuicultura.

El área de producción en el que trabaja la empresa Agroavícola San Marino es un campo altamente competitivo por lo que requiere ser trabajado con tecnología de punta que asegure un producto de alta calidad; se hace necesario la transformación constante de los procesos que mantenga el objetivo de la empresa mediante la aplicación de diferentes metodologías para la búsqueda de información y actualización.

Ampliar el estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva de tilapia roja en tecnología biofloc en fases de cultivo de levante y engorde.



Realizar transferencia de conocimientos con los operarios de la piscícola para dar a conocer los resultados obtenidos en este estudio que les permita estar actualizados de la información con respecto a la tecnología de biofloc.

### Referencias bibliográficas

Aldasoro, J. Cantonnet, M. y Cilleruelo, E. (Julio, 2012) La vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva en los estándares de gestión de la calidad en I+D+i. International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management en XVI Congreso de Ingeniería de Organización. Recuperado de:  
[http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2012/SP\\_04\\_Gestion\\_Innovacion\\_Tecnologica\\_y\\_Organizativa/1162-1168.pdf](http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2012/SP_04_Gestion_Innovacion_Tecnologica_y_Organizativa/1162-1168.pdf)

Alamilla, H. Cultivo de Tilapia. Buenos Aires, Argentina, Recuperado de:  
<https://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm#3>

Avnimelech Y. 2012b. Biofloc Technology – A Practical Guide Book.  
The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 2. Ed.  
Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/250309055\\_Biofloc\\_Technology\\_-\\_A\\_Practical\\_Guide\\_Book](https://www.researchgate.net/publication/250309055_Biofloc_Technology_-_A_Practical_Guide_Book)

Benavides, L y López, W. (2012). Evaluación del efecto del biofloc en la producción de alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818) en condiciones de laboratorio. (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

Camero-Escobar, Guillermo, & Calderón-Calderón, Hugo. (2018). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para la producción de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*) en el departamento del Huila, Colombia. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 9(1), 19-31. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.19053/20278306.v9.n1.2018.8504>

Campo-Castillo, L. F. (2003). Tilapia roja 2006, una evolución de 22 años: de la incertidumbre al éxito. Cali, Colombia. Recuperado de:

<https://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/TILAPIAROJA2006.pdf>

Collazos, L. y Arias, J. Fundamentos de la tecnología biofloc. Orinoquia - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia Vol. 19 - No 1 - Año 2015. Recuperado de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n1/v19n1a07.pdf>

Espejo, Carlos. Manejo industrial de las tilapias. American Soybean Association. GENIPEZ. San Mateo. Monterrey, Marzo 2001. p. 5. Recuperado de: URL:

[http://carlosespejo.com.co/articulos/Manejo\\_industrial\\_de\\_las\\_tilapias.pdf](http://carlosespejo.com.co/articulos/Manejo_industrial_de_las_tilapias.pdf)

FAO. (2004) Acuicultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/aquaculture/es/>

Fundación para la innovación tecnológica agropecuaria (FIAGRO). Manual de Crianza de Tilapia. 2006 Recuperado de: [www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc](http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc)

Fitzimmons, K. (1993) Cultivo de tilapia en sistemas de recirculación. Aquac. Mag. SAGPyA. Recuperado de: URL: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_peces/piscicultura/33-tilapia\\_sistemas\\_recirculacion\\_2.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/33-tilapia_sistemas_recirculacion_2.pdf)

Gómez, J., Sánchez, Ó., & Benavides, X. (2017). Análisis de patentes como aproximación al diseño conceptual del proceso de obtención de jarabe de lactosuero. Revista de Investigación Desarrollo e Innovación, 7 (2), 331-353. doi:

<https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n2.2017.5453>.

González, M. Vigilando: Las fronteras Tecnológicas, Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile Recuperado de: [http://uchile.cl/documentos/manual-de-vigilancia-tecnologica\\_83110\\_3\\_5938.pdf](http://uchile.cl/documentos/manual-de-vigilancia-tecnologica_83110_3_5938.pdf) #vtic #vigilanciatecnologica

Hernández, S., & Sánchez, K. (2017). Innovación y competitividad: micro y pequeñas empresas del sector agroindustrial en Cúcuta. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8 (1), 23-33. doi: <https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n1.2017.7368>

Hurtado, N. (2005) Inversión sexual en tilapias. nH ingenieros consultores. Recuperado de: [http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh\\_invsextilapia.pdf](http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_invsextilapia.pdf)

Ladino, G. y Rodriguez, J. (2009, 17 de febrero) Efecto de *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomonas palustris* (microorganismos eficientes em) y melaza en la ganancia de peso de tilapias (*Oreochromis sp*) en condiciones de laboratorio. *Revista Orinoquia*, 13,(1), 2009. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/38105532\\_Efecto\\_de\\_Lactobacillus casei\\_Saccharomyces Rhodopseudomonas palustris\\_microorganismos\\_eficientes\\_em\\_y\\_melaza en\\_la\\_ganancia\\_depeso\\_de\\_tilapias\\_Oreochromis\\_sp\\_en\\_condiciones\\_de\\_laboratorio](https://www.researchgate.net/publication/38105532_Efecto_de_Lactobacillus_casei_Saccharomyces_Rhodopseudomonas_palustris_microorganismos_eficientes_em_y_melaza_en_la_ganancia_depeso_de_tilapias_Oreochromis_sp_en_condiciones_de_laboratorio)

Lujan, M. (10 de enero de 2011) El uso de los bioflocs en acuicultura. *Aqua hoy*. Recuperado de: <https://www.aquahoy.com/informe/12607-el-uso-de-los-bioflocs-en-acuicultura>

Martínez, Freddy. Curso sobre granjas integral. Universidad del valle. Cali, Colombia. 2008. Recuperado de:  
<http://eidenar.univalle.edu.co/docentes/catedra/docs/fmartinez/CULTIVO%20DE%20LA%20OTILAPIA.pps>

Millán Joaquín Tena, y Comai Alessandro (2006), *Inteligencia competitiva y Vigilancia Tecnológica, Experiencias de Implantación en España y Latinoamericana*.

Recuperado de:

[http://issuu.com/miniera/docs/comai\\_y\\_tena\\_\\_06\\_\\_inteligencia\\_competitiva\\_y\\_vigil](http://issuu.com/miniera/docs/comai_y_tena__06__inteligencia_competitiva_y_vigil)

Ministerio de industria y Comercio (SIC). (Enero de 2011). Consideraciones para el cultivo de tilapia. Recuperado de:  
<http://www.sic.gob.hn/portai/agro^nfoagro/Acuacultura/Consideraciones>

Monroy, M. et al. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 48, (3), 2013. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/revbiolmar/v48n3/art09.pdf>

Muñoz, I., Marín, M., Vallejo, J (2006) La vigilancia tecnológica en la gestión de proyectos de I+D+i: Recursos y herramientas. *El Profesional de la Información*. 2006, vol. 15, n. 5, pp. 411-419. Recuperado de: <http://eprints.rclis.org/9400/>

Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología (OVVT). (2015). Recuperado de: [https://www.ovtt.org/informacion\\_alertas](https://www.ovtt.org/informacion_alertas)

Palop, F. y Martínez, J. (2012). Guía metodológica de práctica de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Proyecto Piloto de Transferencia y Desarrollo de Capacidades Regionales en Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Valencia y Medellín.

Recuperado de:

[http://www.buenaspracticassots.unam.mx/interiores/herramientas/vigilancia/GuiaMetodologicaPractica\\_VigilanciaeInteligencia.pdf](http://www.buenaspracticassots.unam.mx/interiores/herramientas/vigilancia/GuiaMetodologicaPractica_VigilanciaeInteligencia.pdf)

Pellisser, R. (2008) A conceptual framework for the alignment of innovation and technology. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(3),67-77. Recuperado de:

<http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/art.88/448>.

Plan de Desarrollo 2012 – 2015. Recuperado de:

[file:///Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Downloads/PLAN\\_DE\\_DESARROLLO\\_2012\\_-\\_2015.pdf](file:///Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Downloads/PLAN_DE_DESARROLLO_2012_-_2015.pdf)

Prieto, Camilo y Olivera, Martha. (2002). Incubación artificial de huevos embrionados de Tilapia Roja *Oreochromis sp.* Grupo de Fisiología y Biotecnología de la Reproducción – Biogénesis. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de:

<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/78/77>

Ramírez, M. Escobar, D. Arango, B. (2012, Julio) Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. *Revista GPT Gestión de las Personas y Tecnología*. (13) 2012. Recuperado de:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4125290.pdf>

Reyes, Manuel. (2006). Aplicación de tecnología Bioflocs en cultivo de tilapia. *Revista*

*industria acuícola*. (6) Num 4. México. 2006. Recuperado de:

<http://issuu.com/industriaacuicola/docs/industria-acuicola-bol.-6.6>

Sánchez Sellero, Francisco Javier, & Cruz González, Montserrat. (2012). Desarrollo de Sistemas de Vigilancia Tecnológica en la Acuicultura Española. *Journal of technology management & innovation*, 7(3), 214-226. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242012000300018>

Schryver, P. Crab, T. Defoirdt, N. Boon, W. Verstraete. (2008). The basics of bio – flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277. (2008), 125-137.

Recuperado de:

<http://www.vliz.be/imisdocs/publications/215559.pdf>

Solarte, A. (2008) Evaluación de diferentes densidades de incubación de huevos de tilapia roja (*Oreochromis sp*), mediante un sistema de incubación artificial. (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

Timmons MB, Ebeling JM, Wheaton FW, Sommerfelt ST, Vinci BJ. 2002. Microbial biofloc and protein levels in green tiger shrimp. Recirculating aquaculture systems, 748 pp. Caruga Aqua Ventures, New York

Woynarovich, E Y Horváth, L. Propagación artificial de peces de aguas templadas: Manual para extensionistas. FAO, Doc.Téc.Pesca, (201) 187 p. Recuperado de:

<http://www.fao.org/docrep/005/ac908s/AC908S00.htm#TOC>