

**ESTRUCTURACIÓN DE LA GRANJA PISCÍCOLA VIEJO PUERTO, EN EL BAJO  
MAGDALENA, CARIBE COLOMBIANO**

**JOSÉ LEANDRO RANGEL SUESCÚN**

**Plan del trabajo de formación para la investigación para optar al título de Biólogo  
Marino**

**Tutor**

**GUIOMAR AMINTA JÁUREGUI ROMERO**  
Bióloga Marina, Magister en Ciencias Marinas

**Supervisor**

**CARLOS ANDRES OSORIO BEDOYA**  
Zootecnista, promotor especializado del Ministerio de Agricultura y Desarrollo  
Rural

**Asesor**

**CARLOS EDUARDO BORRERO PARDO**  
Biólogo Marino, Magister en Acuicultura

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA**  
**SANTA MARTA**

**2020**  
**CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA, OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
2.2.1. Objetivo general.....	5
2.2.2. Objetivos específicos.....	5
<b>3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>5</b>
<b>4. METODOLOGÍA Y CRONOGRAMA DE TRABAJO.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1 ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>6</b>
<b>4.2 FASES DE ESTUDIO.....</b>	<b>7</b>
4.2.1 Fase de campo.....	7
4.2.2 Fase de laboratorio y gabinete.....	8
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....</b>	<b>16</b>
5.1.1 Etapa preliminar.....	16
5.1.2 Etapa de adecuaciones.....	19
5.1.3 Etapa productiva.....	20
5.1.4 Procesos Administrativos y sociales.....	24
<b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura, es una actividad orientada a la producción de alimentos de origen acuático y según la clase de organismos cultivados, se derivan diferentes sectores, siendo la piscicultura el de mayor importancia, pues es una actividad muy rentable y que, además, contribuye a la seguridad alimentaria de una región (García *et al.*, 2011). Actividades antrópicas como la pesca, con artes destructivos e insostenibles y la extracción de materias primas cerca de las fuentes hídricas, ha marcado un punto de inflexión negativo en las poblaciones ícticas (stocks), alrededor del mundo. No obstante, el desarrollo y crecimiento exponencial de la piscicultura, ha permitido acortar la brecha en la demanda de proteína de origen acuático, lo que ha dado cierto reposo a los stocks silvestres (Merino *et al.*, 2013).

Colombia no es la excepción, un claro ejemplo está en la producción pesquera reportada para el año 2011, donde la piscicultura representó el 51.4% del total. A pesar de todos estos esfuerzos y avances, también han sido notorios los estragos socio-ambientales causados por una mala planificación o una visión productiva simplista, que no tiene en cuenta la complejidad dinámica y sistémica del entorno (Espinal *et al.*, 2005; Merino *et al.*, 2013).

La piscicultura en el departamento del Magdalena no está muy desarrollada, existen nueva empresas (legalmente constituidas), que se rigen bajo la actividad de Acuicultura de agua dulce – CIIU 0322 (INFORMA, 2019); desde el 2018, con ayuda de la gobernación departamental se iniciaron dos proyectos de acuicultura y pesca, de la mano del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), los cuales se implementaron para beneficio de 790 familias desplazadas y víctimas del conflicto armado; Según EL HERALDO (2019), cada punto debería estar generando cerca de 10 millones mensuales a partir de los seis primeros meses de ejecución.

La granja piscícola de la Asociación Pesquera Viejo Puerto – ASOPEVP, nace de una convocatoria financiada por el Fondo de Desarrollo Agrícola (FIDA) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), a través del gobierno colombiano y el Ministerio de Agricultura (MADR), específicamente con el

Proyecto Construyendo Capacidades Empresariales en 2019. ASOPEVP se encarga de comercializar alimento e insumos agropecuarios producidos bajo las buenas prácticas agrícolas, fomentando espacios de esparcimiento y enriquecimiento intelectual, logrando la seguridad alimenticia y la transformación sociocultural en la vereda Sabana de Las Flores, jurisdicción de El Banco, bajo Magdalena, Caribe colombiano.

El presente trabajo, se desarrolló como práctica profesionalizante, y tiene como propósito reportar el avance logrado a la fecha, en el establecimiento de la granja piscícola de ASOPEVP NIT: 901329930-7 de El Banco Magdalena, con el fin de optar al título de Biólogo Marino de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

## **2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS.**

### **2.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.**

Ante el poco desarrollo del sector piscícola, el abundante recurso hídrico y los altos índices de pobreza del departamento de Magdalena (Merino *et al*, 2013; DANE, 2018), se opta por la piscicultura, aprovechando su reciente incursión en algunos municipios del departamento. La sanidad y buena alimentación de los peces es crucial para garantizar una producción estable en un tiempo determinado, los alimentos concentrados basados en harina de pescado, son el resultado de múltiples investigaciones y han demostrado gran versatilidad nutricional a la hora de engordar peces carnívoros.

Sin embargo, su producción implica la pesca de especies de bajo nivel trófico, lo que ha incrementado considerablemente la presión pesquera en stocks silvestres que soportan tramas tróficas complejas, sobre todo en ambientes marinos. El crecimiento demográfico antrópico, sumado a la competencia empresarial por este mercado, han convertido la obtención de harina de pescado en una práctica insostenible. Según Buschmann (2001), la acuicultura impacta el ambiente durante procesos como el consumo de recursos, la transformación y generación de un producto elaborado, prácticamente en todo. La verdadera cuestión es cuánto, pues lo más importante no es qué, sino cómo se hace. Según FAO (2011), la acuicultura puede tomar un enfoque ecosistémico que mitigue los impactos negativos y asegure su sostenibilidad.

En el departamento del Magdalena, se han puesto en marcha proyectos de piscicultura super-intensivos de Tilapia *Oreochromis* sp., con bioflóculos (BioFloc) que reducen el vertimiento de aguas con altos contenidos de desechos nitrogenados, al presentar recambio cero, y suplementar parte de la dieta de los peces, manteniendo la disponibilidad de alimento en todo momento; sin embargo, el alimento concentrado sigue jugando un papel importante para los productores piscícolas (HOY Diariomagdalena, 2019).

Una forma de reducir la dependencia a éste, es mediante el reemplazo parcial con alimentos alternativos como la Lombriz Roja Californiana *Eisenia fetida*, y otros que ha demostrado mantener los mismos niveles de engorde, reemplazando el concentrado en ciertas proporciones; además de proveer productos secundarios como abono orgánico de alta calidad (Vodounnou *et al.*, 2016). Todos estos esfuerzos, van encaminados a reducir el factor de conversión alimenticia que se traduce en una reducción en los costos de alimentación y un paso hacia la auto-sostenibilidad.

## **2.2. OBJETIVOS**

### **2.2.1. Objetivo general.**

Construir y poner en marcha la granja piscícola sostenible de la Asociación Pesquera Viejo Puerto – ASOPEVP, en la Vereda Sabana de las Flores, jurisdicción de El Banco, Magdalena Colombia.

### **2.2.2 Objetivos específicos.**

- Construir y adecuar los estanques de producción y oxidación-sedimentación.
- Acompañamiento a la fase de levante y engorde de *Oreochromis* sp.
- Realizar el montaje de las “Camas de Restart” para reciclaje de residuos orgánicos sólidos, producción de Lombriz Roja Californiana *Eisenia fetida* y fertilizantes orgánicos, dándole un desarrollo oportuno al Plan de Manejo Ambiental (PMA)

## **3. HIPÓTESIS**

- El desarrollo oportuno del Plan de Manejo Ambiental (PMA), representará la sostenibilidad socio-ambiental de la unidad productiva.

- La instalación de “Camas de Restart” representará un manejo adecuado de los desechos orgánicos sólidos producidos en la actividad agraria, y se reducirán los costos de producción al disminuir la cantidad de alimento concentrado y fertilizantes suministrados, que se traducirán en un incremento del potencial competitivo de la empresa.
- El establecimiento y puesta en marcha de la granja piscícola Viejo Puerto fomentará espacios de esparcimiento y enriquecimiento intelectual, suplirá la seguridad alimenticia local en el marco de la proteína de origen acuático y abrirá el camino hacia una transformación sociocultural positiva y armoniosa con la madre tierra en la vereda Sabana de Las Flores, jurisdicción de El Banco Magdalena, Caribe colombiano.

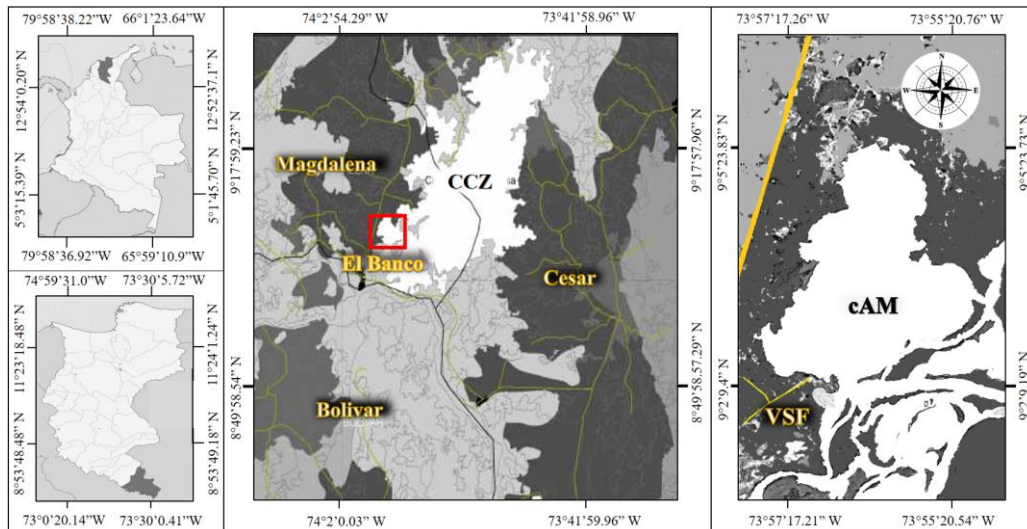
#### **4. METODOLOGÍA DESARROLLADA Y CRONOGRAMA DE TRABAJO.**

##### **4.1 Área de estudio**

La vereda Sabana de las Flores se encuentra a 6 Km de El Banco, municipio ubicado al extremo meridional del departamento de Magdalena en una zona llamada “Depresión momposina”, que básicamente es una gran planicie inundable donde confluyen los ríos Magdalena y Cesar, por lo que el recurso hídrico es abundante, y en ocasiones excesivo – Figura 1 (Dueñez y Gómez *et. al.* 2004). El área dominada por pastos o forrajes en el departamento es diez veces mayor al área que se usa para el cultivo de maíz - siendo este último el que mayor cobertura tiene en área aprovechada por la agricultura (Vasquez-Fonseca, 2015).

El clima determina el tipo de suelo y la vegetación presente, la Depresión Momposina se cataloga como un piso térmico cálido con temperatura media anual  $> 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se resalta el hecho de que la radiación solar recibida es mayor durante la época seca que en la lluviosa (8.5 y 7.2 horas, respectivamente) debido a un aumento en la nubosidad. Según la Zonificación hidrogeográfica del IDEAM (2013). El Banco, se encuentra en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, del bajo Magdalena. El caudal del río Magdalena presenta un patrón bimodal, con un promedio anual  $> 500\text{m}^3 * \text{S}^{-1}$  presentando picos en junio y noviembre, los cuales superan los 600 y 900  $0\text{m}^3 * \text{S}^{-1}$ , respectivamente. Estos aumentos de caudal son precedidos por un incremento en la precipitación, que en

mayo y octubre presenta sus registros más altos, superiores a 250 y 270 mm respectivamente. Lo contrario sucede en enero y julio, cuando las lluvias escasean y apenas llega entre 18 y 150 mm en dichos meses, respectivamente (Gutiérrez *et al.*, 2017).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la Vereda Sabana de Las Flores (VSF), con inmediaciones a la ciénaga Andrés Martínez (cAM), ecorregión sur-occidental del Complejo Cenagoso de Zapatoza (CCZ).

## 4.2 FASES DE ESTUDIO.

### 4.2.1 Fase de campo.

El análisis del pH del suelo se realizó siguiendo la metodología recomendada por SAMLA (2004), pesando 12 g de muestra (suelo), agregando 30 mL de agua con pH neutro (previamente medido), agitando 30 segundos y posteriormente se registró el valor con ayuda de un medidor de pH HANNA Hi98103. La retención de agua fue evaluada con el método del hoyo, cavando 1.5 m, llenando con agua, tapando y observando a las 12 horas. Un suelo propicio para estanques piscícolas no debe haber perdido más de 2.5 cm de agua en dicho tiempo (Balbuena-Rivarola *et al.*, 2011).

El análisis físico-químico del agua, se realizó siguiendo las recomendaciones de FAO (2011), midiendo la temperatura, el pH con el medidor ya mencionado, el oxígeno con el oxímetro HANNA HI9147, el amonio (HN<sub>3</sub>) con el Checker HANNA HI700 y la turbidez con el disco Secchi. La planeación y el diseño de un proyecto piscícola se hizo siguiendo

lo estipulado en el Manual de Piscicultura publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO.

La participación implicó trabajo manual de alta intensidad, tejido de redes antipájaro, toma y análisis de los parámetros fisicoquímicos matutino, reportar del estado general de la unidad productiva al representante legal, con las posibles opciones de manejo; recambios de agua, encender y apagar las bombas en el horario establecido, pescar, pesar, medir e inspeccionar a los peces sacados en biometrías (mensuales) y pescas finales; corregir las raciones alimenticias según datos biométricos y asegurar la alimentación diaria en los horarios establecidos. Realizar un manejo adecuado a los residuos orgánicos (lombricultura), manteniendo sus condiciones ambientales adecuadas. Ofrecer clases gratuitas a los niños y jóvenes de la comunidad (Fig. 11D), fortaleciendo la comprensión lectora y las habilidades matemáticas, enfocando su atención hacia el cuidado del ambiente y el amor por la madre tierra. Realizar el balance de caja (Tabla 2), y mantener el libro contable actualizado (Fig. 11C), apoyar la comercialización y el manejo de la publicidad por redes sociales y la radio municipal (Fig. 10).

#### **4.2.2 Fase de laboratorio y gabinete.**

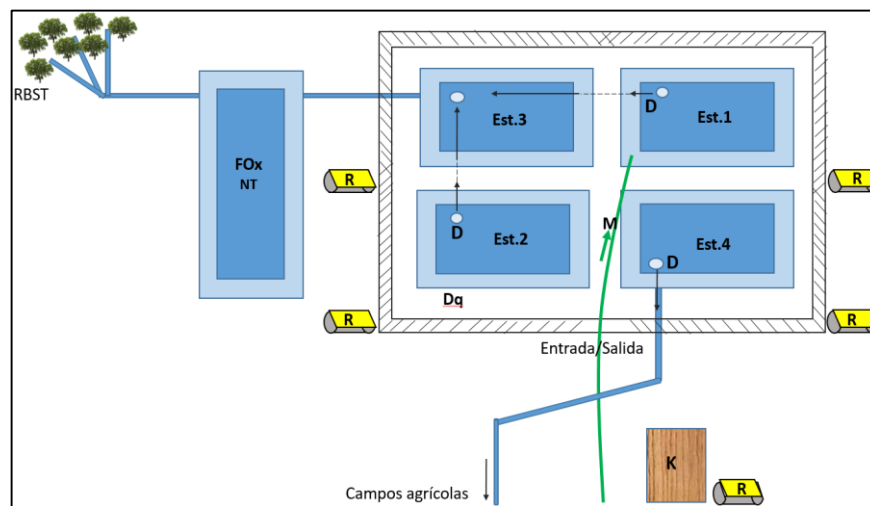
Los análisis de las muestras de agua recolectadas fueron realizados con un microscopio *Carl Zeiss Jena* que fue facilitado por la Veterinaria Animal CLINIC en la cabecera municipal (Fig. 8 F, G y H). Los datos biométricos fueron organizados en bases de datos para realizar los estadígrafos básicos correspondientes (Tabla 1), obtenidos mediante el uso de Microsoft Excel 2016, utilizando las fórmulas empleadas por Cerdá *et al.*, 1998; Terrones *et al.*, 2018 y Bermúdez *et al.*, 2012, así:

- Valores promedio del peso (g) y la talla (cm) midiendo la longitud estándar.
- Crecimiento absoluto (CA) = Valor final – Valor inicial (peso y talla).
- Tasa de crecimiento diario (TCD) = CA / tiempo (días).
- Tasa de crecimiento específico (TCE) =  $[(\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)}) * 100] / \text{ tiempo (días)}$
- Factor de conversión alimenticia (FCA) = Alimento ofrecido (g) / ganancia de peso vivo (g)

- Factor de condición de Fulton (FC) = (peso promedio (g) / talla promedio<sup>3</sup> (cm)) \* 100
- Porcentaje de supervivencia (%Sup) = No. peces al final / No. Peces inicial x 100.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La finca “Mejoras de la Ciénaga” en la vereda Sabana de las Flores, próxima con la ciénaga Andrés Martínez, que a su vez hace parte del complejo cenagoso de Zapatosa (Figura 1). Recientemente, mediante el Decreto 1190 de 2018, este sitio fue categorizado como humedal de categoría internacional Ramsar. Los estanques se ubicaron con el fin de crear canales de descargan aguas a un pozo de oxidación, donde un filtrado final transporta el agua hacia campos de cultivo de especies forestales nativas y de alto valor ecosistémico. El estado actual de la unidad productiva es el siguiente (Figura 2).



**Figura 2.** Estado actual de la unidad productiva de ASOPEVP en función del PMA. Dónde: Est.1: 171.95 m<sup>3</sup>; Est.2: 221.4 m<sup>3</sup>; Est.3: 250.36 m<sup>3</sup>; Est.4: 162.74 m<sup>3</sup>; D: drenaje; Fox: Fosa de Oxidación, no terminada (NT); R: reflectores de luz; RBST: relicto de bosque seco tropical; K: kiosco y M: manguera móvil proveedora de agua.

Se obtuvo un lote de 14000 alevinos masculinizados de Tilapia roja *Oreochromis sp.*, provenientes de los llanos orientales, que fueron comprados con el alimento concentrado (Solla) a su vez, en la tienda agropecuaria “Mi Finka”, ubicada en la cabecera municipal; posteriormente con ese mismo almacén se tuvo inconvenientes

debido a que el alimento despachado estaba reempacado y lleno de gorgojos, tras semanas de discusión y la intervención del MADR, se logró la devolución del dinero y se compró el alimento (Italcol) en la tienda agropecuaria “El Roble”.

La siembra (Fig. 7C y D) inició el 31 de enero, llegaron los alevinos (Fig. 7A) y solamente había un estanque listo (de cuatro planeados), en términos de estructura mínima y parámetros fisicoquímicos para recibirlos (Fig. 7B); el Estanque 1 (Est.1) – bautizados por orden de siembra – recibió con éxito a los catorce mil alevinos de Tilapia roja *Oreochromis* sp., disponiendo del agua de un pozo perforado de dudosa calidad (Fig. 4E y F) y, en este sentido, la siembra inició como un sistema superintensivo.

Al cabo de una semana de uso, el pozo disminuyó su caudal, pasando de 12.000 a menos de 2000 (Lt / h). Como se esperaba, uno de los tubos (6 m profundidad) que se conectan directamente con la bomba sumergible (Fig. 4D), se quebró. Al ver la posibilidad de repararlo manualmente, se comenzaron labores inmediatamente (Fig. 9A), al cabo de una semana ya se habían excavado los seis (6) metros (Fig. 9B), pero todo indicaba que en realidad el pozo se había derrumbado. A pesar de esto, la tubería parecía estar cerca de la fuente de agua, por lo que se adaptó una bomba de 1/2 caballo de fuerza para sobrellevar la emergencia y suplementar parte del requerimiento hídrico (Fig. 9C).

La máquina retroexcavadora tardó 34 horas realizando un hueco de 20x30 con bordes rectos. No se iba a hacer uso del hueco, hasta no adecuar los respectivos diques y sistemas de drenaje (Fig. 5 C y D); por lo que todo se manejó en el Est.1. Esta adaptación debía ser temporal y rápidamente sustituida por un bombeo con el caudal requerido, pues con la “adaptación”, solo estaban llegando 800 Lt / h; nada comparado con el inicial. Debido a este problema, se decidió comenzar a disminuir las raciones diarias de alimento, teniendo en cuenta la turbidez, como lo dijo Saavedra-Martínez (2006), y para un estanque de 1.5 m de profundidad debería ser de 25 – 30 cm en el disco Secchi. Lo que sería correspondiente a una turbidez óptima de 15 – 20 para un estanque de 90 cm profundidad como en este caso; de cualquier modo, este parámetro empeoró rápidamente sin el ingreso de agua nueva de calidad.

Según Bernal *et al* (2006), de diciembre a abril es normal que el Caribe colombiano se encuentre en la época seca, con baja nubosidad y alta radiación solar, respecto a otras épocas del año. Se estaban perdiendo por evapotranspiración, en promedio  $2.3 \pm 0.5$  cm/día en un espejo de agua de  $230 m^2$ . La situación era preocupante, la turbidez pasó a estar muy por debajo del límite (15 cm), lo mismo ocurrió con el oxígeno, sobre todo después de las 21:00 horas con valores  $< 2$  ppm (Gráfico 1). Durante la época lluviosa el oxígeno no subía más de 3.0 ppm en el Est.1, teniendo en cuenta que la radiación solar recibida era menor, debido al aumento en la nubosidad. Bajo estas condiciones es común ver a los peces “boqueando” en superficie, letárgicos, sin apetito, tratando de mantenerse vivos, apenas tragando aire, gracias a su carácter fisóstomo – Fig. 7E (Guzmán, 2001; Baltazar y Palomino, 2004).

Los registros del pH permiten realizar inferencias sobre la calidad del ambiente y su potencial productivo, por un lado, el suelo no es propicio para la agricultura (pH= 5.98 y alto grado de compactación), por otro lado el agua, que sale del pozo perforado con un pH = 8.2 debe ser fertilizada, previo a la siembra de los peces. Según Saavedra-Martínez (2006), una temperatura  $> 30^{\circ}C$  aumenta la tasa metabólica, por lo que incide en una acelerada disminución del oxígeno disuelto. Durante los meses de febrero y marzo la temperatura osciló entre  $28.4 - 33.8^{\circ}C$ .

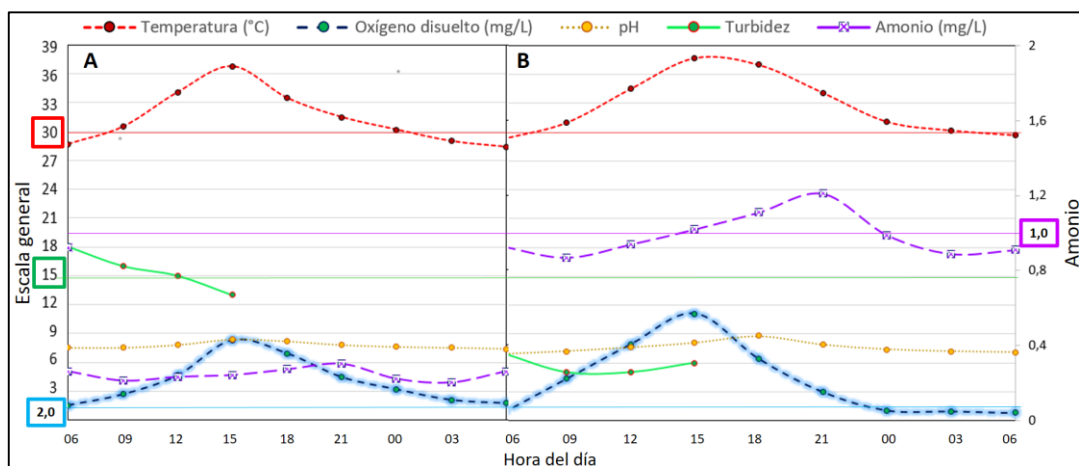
En este tipo de sistemas, una comunidad fitoplanctónica sana y con altas tasas de renovación permite una captura eficiente del  $CO_2$  durante el día gracias a la fotosíntesis, pero tal como lo manifestó Hargreaves (1998), cuando los nutrientes exceden la capacidad de asimilación del fitoplancton y la energía solar es adecuada, es común ver que el pH aumente por la acelerada captación de hidrogeniones libres en el medio, que son usados para la síntesis de carbohidratos y producción de biomasa, así como para la descomposición del amonio y producción de nitrato por diversos grupos bacterianos; coherentemente fueron registrados (Fig. 7G) algunos valores básicos, entre 8 - 9 finalizando las tardes durante la emergencia.

Algo muy curioso fue notar que el estanque con mayor cantidad de microalgas (mayor turbidez vegetal), aumentaba rápidamente la temperatura con la salida del sol, mientras la conservaba mayor tiempo con la ausencia de este durante la noche. Esto cobra sentido al ver que cada microalga realizando fotosíntesis libera energía, en forma de

calor y que incluso podría llegar a transferirse en forma de energía eléctrica, y esta energía es conservativa (Van Grondelle *et.al.*, 1994).

Lo contrario ocurrió durante la noche, entendiéndolo lo propuesto por Saavedra-Martínez (2006), las altas temperaturas promueven un consumo masivo del oxígeno, que disminuye rápidamente sus concentraciones debido a la respiración de todos los organismos, incluyendo el fitoplancton, peces y las macrófitas presentes en el estanque, liberándose CO<sub>2</sub> en el agua y en la atmósfera, causando una disminución del pH causada tras la liberación del Hidrógeno y la formación de otros compuestos como el ácido carbónico (Ladino-Orjuela, 2010). Este comportamiento fue común durante las noches en medio de la emergencia por la carencia de agua, registrando valores de oxígeno disuelto, hasta de 0.7 ppm y pH de 6.7, casi por fuera del rango óptimo (Gráfico 1).

Esto estaría incrementando la huella de Carbono de este proceso, ya que de acuerdo con Timmons (2002), cada gramo de oxígeno consumido, produce 1.38g de CO<sub>2</sub> y este incremento no solo se da en el agua, sino también en la sangre de los peces, disminuyendo su capacidad innata para transportar oxígeno por sus tejidos, lo que es muy desfavorable para su bienestar y óptimo crecimiento (Ladino-Orjuela, 2010).



**Gráfico 1.** Comportamiento cíclico de algunos factores fisicoquímicos en el Est.1. Donde, A: evidencia de aguas saludables, recién introducidos los alevinos; B: durante la emergencia en el mes de marzo. Las líneas horizontales representan los límites según colores, los cuales son relacionados en la leyenda del gráfico.

No fue sino hasta el segundo mes, que se determinó suspender por completo la alimentación exógena, previniendo el colapso total por las notorias condiciones

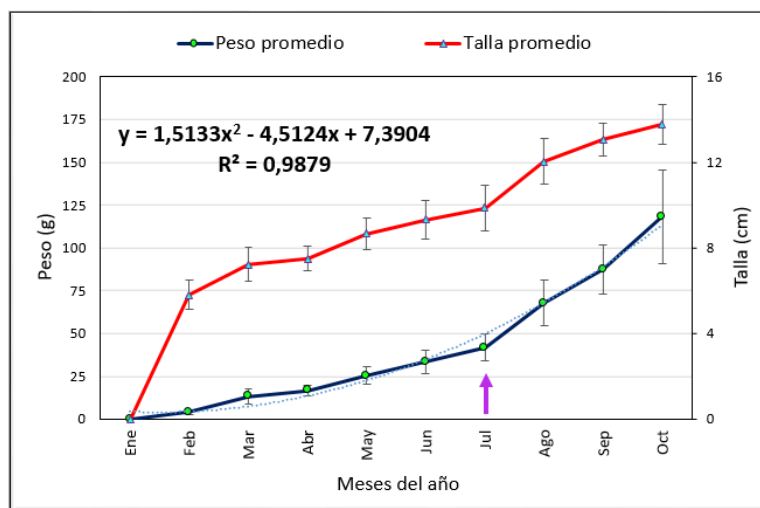
desfavorables. Como medida de contingencia, se remolcó agua en una Toyota Hilux doble cabina, con un tanque de 1000 L, llevando agua desde la ciénaga a los estanques. A lo sumo se llevaban 10 viajes/día, sin resultados positivos notorios. Se suspendió buena parte las labores piscícolas, enfocando el trabajo y los recursos en solucionar el problema del agua desde abril hasta junio, por esto en la Tabla 1 no hay registros realizados en dicho periodo.

Se instaló un filtro de gravilla y carbón (Fig. 8D), debido a un afloramiento masivo de *Euglena* sp. (Fig. 8E, G y H), que tornó roja el agua superficial, mientras los niveles de oxígeno eran cada vez más bajos por la obstrucción de la luz en la columna de agua (Naturalake, 2015). Comenzaron a aparecer peces muertos, con las branquias colmatadas de lo que bien podrían llamarse "Bioflocs" (Fig. 8B); según Avnimelech (2009), se refiere al conjunto formas vivas asociadas a un sin número de partículas orgánicas e inorgánicas, formando películas o aglomerados que se adhieren a las superficies o quedan suspendidos en la columna de agua. Estos Bioflocs son benéficos pues ayudan a metabolizar los desechos nitrogenados y sirven de alimento para los peces, pero en un agua sin mayor movimiento y con un exceso de nutrientes, el biofloc se vuelve perjudicial pues causa dificultades respiratorias y afecta la misma ingesta de alimento (Avnimelech, 2007). El filtro y las redes anti pájaro también ayudaron a disminuir la cantidad de peces muertos por la adhesión de las ninfas de Odonatos, que según Hahn y Grajales (2004), se adhieren a los alevinos con peso < 1.5 gramos y los depredan (Fig. 8A).

Este exceso de oxígeno, resultó en peces con lo que parecía ser la enfermedad de las Burbujas, que según Balbuena *et al.* (2011) se produce debido a la sobresaturación de gases atmosféricos como el oxígeno (sobrepoblación microalgas), lo cual concuerda con los datos registrados en campo, pues durante los días más soleados, el oxígeno disuelto en la capa superficial llegaba a superar el 300% en saturación y el Amonio (NH<sub>3</sub>) registró valores > 1.0 (Gráfico 1).

Gracias a mantener una actividad secundaria como los pollos de engorde, el 27 de marzo se empezaron las primeras pruebas de bombeo en un pozo nuevo, de mejor ubicación, tubería y medidas de seguridad. La dicha no duró mucho, pues al cabo de un mes, una mañana cayó un rayo dentro de la finca y se quemó la nueva bomba; otro mes

más sin agua. Finalmente (con los pollos) se logró comprar e instalar una segunda bomba que reemplazó la anterior, se lograron llenar todos los estanques y se liberó el hacinamiento bajo el que estaban los peces; pensar en lograr el peso y talla promedio comercial, en el tiempo establecido sería una utopía.



**Gráfico 2.** Curva de crecimiento que mejor modelada por una ecuación polinómica de segundo orden; donde:  $y = 1,5133x^2 - 4,5124x + 7,3904$ .  $R^2 = 0,9879$ . La flecha indica el traslado de los peces a los estanques dos y tres.

Una vez disminuido el hacinamiento, se trabajó en los Est. 2 y 3 con una densidad de 15.81 peces/m<sup>3</sup>. Si bien la Tilapia roja tiene diferentes tasas de crecimiento según la etapa de vida en la que se encuentre (Tacon *et al*, 1983), fue evidente que al bajar la densidad se aceleró el crecimiento, notoria y satisfactoriamente (Gráfico 2).

La tabla 1, ayuda a entender como todos estos procesos previamente mencionados influyen en el bienestar y el crecimiento óptimo de los peces; el traslado de estos hacia los otros estanques junto a la mejoría en las condiciones del agua, representó – según la densidad - el cambio del sistema superintensivo al intensivo (Merino *et al.*, 2006). De cualquier modo, estos sistemas también requieren aireación complementaria, pues la densidad sigue siendo alta como para suplir los requerimientos mínimos sin ningún sistema de aireación alterno.

El presupuesto inicial tuvo en cuenta la compra de un aireador de 1.2 caballos, que no pudo ser instalado debido a la falta de un sistema eléctrico eficiente cercano a los

estanques, siendo este un factor que no se tuvo en cuenta al principio del proyecto. El aireador se conectó desde la casa y con mangueras se logró airear los estanques, pero el aumento en la factura de la electricidad estaría perjudicando la sostenibilidad económica del proyecto.

Con el voltaje eléctrico disponible en el área en los estanques, se dispuso un sistema de oxigenación mediante el uso de electrobombas de ½ caballo, recirculando el agua del estanque con mejores condiciones fisicoquímicas por otro filtro de grava y carbón (Fig. 7K), el cual conectaba con el resto de estanques por medio de un sistema de tubería y mangueras perforadas elevadas, generando caídas de agua que aumentaron los niveles de oxígeno y disminuyeron el amonio, notándose un incremento considerable en el peso y talla de los peces durante agosto y septiembre (Fig. 7J). En el mes de octubre, la unidad productiva fue víctima de robo, con pérdidas que superaron los \$10.000.000 pesos, por lo que ya no era posible la recirculación y por ende disminuyó el crecimiento absoluto (CA), paralelo a la calidad del agua, que comenzó a depender únicamente del recambio del recambio diario.

El incremento en la desviación estándar conforme pasó el tiempo obedece a una subordinación entre los individuos debido a la competencia por el espacio y los recursos, sumado a la reproducción, teniendo en cuenta que según Arboleda-Obregón (2005), la Tilapia roja es prolífica (reproducción sexual temprana), lo que representa un problema en las granjas dedicadas al engorde, ya que comienza a haber una sobrepoblación y una mayor competencia entre los individuos que perjudica el óptimo crecimiento.

**Tabla 1.** Estadígrafos descriptivos. Donde, X: valor promedio; CA: crecimiento absoluto; TCD: tasa de crecimiento diario; TCE: tasa de crecimiento específica; FCA: factor de conversión alimenticia y %Sup: porcentaje de supervivencia (muertos hallados).

Variable	Densidad mensual	81,42 peces / m <sup>3</sup>					15,81 peces / m <sup>3</sup>			
		Feb	Mar	Abr	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	
Peso	X	4,15 ± 1,31	13,34 ± 4,28	16,66 ± 3,24	33,49 ± 6,68	41,92 ± 7,73	68,01 ± 12,86	87,3 ± 14,18	118,21 ± 32,47	
	CA	2,48	9,19	3,32	16,83	8,43	22,37	41,67	16,26	
	TCD	0,12	0,31	0,26	0,28	0,47	0,86	1,54	0,48	
	TCE	4,33	3,89	1,71	1,15	1,25	1,53	0,93	0,88	
	FCA	0,73	0,16	0,02	1,02	0,97	0,70	0,79	2,25	
Talla	X	5,80 ± 0,69	7,22 ± 0,79	7,51 ± 0,55	9,32 ± 0,91	9,88 ± 0,97	11,99 ± 1,07	13,07 ± 0,77	13,76 ± 0,73	
	CA	2,30	1,42	0,29	1,81	0,56	1,79	1,09	0,69	
	TCD	0,11	0,05	0,02	0,03	0,03	0,07	0,04	0,03	
	TCE	1,70	1,92	1,86	2,20	2,17	2,39	2,48	2,53	
Estrés	FC	2,13	3,55	3,94	4,14	4,35	3,95	3,91	4,34	
	%Sup	99,79	99,56	99,81	98,86	99,74	99,49	99,37	99,74	

Se supone que los alevinos adquiridos tuvieron un proceso de reversión sexual que se hace con la hormona 17-alfa-metil-testosterona, la cual tiene una 98% de eficacia (Orellana-Flores, 2003). Sin embargo, al no tener una certificación de la calidad genética por parte del proveedor (Mi Finka), no se sabía con certeza si habían sido reversados correctamente y en dado caso, ese 2% estaría representando unas 280 hembras con capacidad reproductora. En efecto, fue notoria la presencia de alevinos (crías), una vez superados los 40g hacia el mes de Julio, lo que sumado al ingreso de otras especies como la Arenca *Triportheus magdalenae*, que apareció tras el remolque del agua de la ciénaga al estanque para mitigar la pérdida del espejo de agua durante la emergencia, se produjo una sobrepoblación alarmante en el estanque 1 que terminó empeorando terriblemente la calidad del agua (Fig. 8E).

La tasa de crecimiento diaria (TCD), se mantuvo en niveles muy bajos (coherentemente por las malas condiciones del agua y la subalimentación), distando en gran manera de lo registrado por Bermúdez *et al* (2012), que también trabajó en estanques de tierra, pero con densidades típicas de sistemas extensivos y utilizando alimentación orgánica reportó un TCD  $> 2$  (g/d) en todos sus tratamientos experimentales. Por otro lado, se puede observar que para el mes de septiembre se registró un TCD de 1.54, incluso mayor a lo reportado por García *et al* (2012), registrando un valor de 1.09 en un sistema intensivo en un estanque recubierto con geomembrana con aireadores de paletas. Demostrando que, en estanques de tierra bien se puede implementar un cultivo intensivo, siempre y cuando se adecúe un sistema de recirculación-aireación alterno, y se mantengan los recambios que ayuden a mantener los parámetros fisicoquímicos dentro del rango óptimo, en este caso para la Tilapia roja *Oreochromis* sp.

La tasa de crecimiento específico (TCE) indica el porcentaje de peso (g) ganado por día; la registrada en este trabajo es coherente con lo mencionado por Tacon *et al* (1983), quien asegura que las tilapias más jóvenes tienen una mayor tasa de crecimiento. Los valores mensuales durante los febrero y marzo se ubican dentro de rango reportado por Wang *et al* (1985), con valores entre 5.0 – 3.0 para tilapias de 3.7 gramos, mientras Delgado-Vidal *et al* (2009) registró valores de 4.87 – 2.64 en su grupo control (alimento balanceado) en los dos primeros meses de vida, dentro un cultivo superintensivo con parámetros controlados.

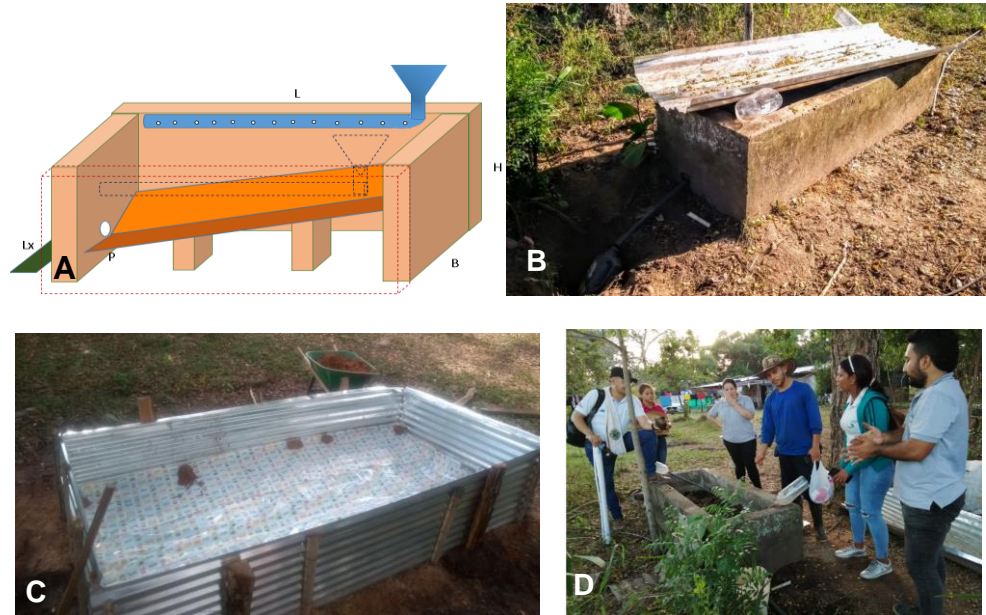
El factor de conversión alimenticia (FCA) indica la cantidad de alimento (Kg) necesario para aumentar un (1) Kg de carne en los peces, siendo ideal que, por cada 1 Kg de alimento suministrado, se obtenga 1 Kg de carne (Torres y Hurtado, 2012). Al mirar los datos obtenidos en el presente trabajo, se puede ver valores por debajo de la unidad, que son coherentes teniendo en cuenta la subalimentación, o la suspensión de la alimentación debido a la emergencia; el mes de junio no puede ser catalogado como ideal, ya que este valor se obtuvo, teniendo en cuenta que durante los dos meses anteriores no se ofreció alimento. El mes de octubre se obtuvo valores similares a los registrados por Zafra *et al* (2019), que reportaron un FCA de 2.14, mencionando un comportamiento muy parecido al observado aquí, donde el alimento era desperdiciado en buena parte, pues los peces no salían a comer con la voracidad que presentaban cuando estaban en un ambiente óptimo para su crecimiento.

El estrés de los peces bien puede ser medido analizando el factor de condición (FC) y la cantidad de peces muertos encontrados, medido como el porcentaje de supervivencia (%Sup). El FC determina la relación volumétrica de los peces en función de su peso, así como el grado de bienestar de estos (Martínez, 1987); según Felipa *et al* (2016), la longitud se comporta linealmente, y el peso es igual al cubo ( $X^3$ ) de esta; entendiendo que si  $FC = < 3$  el crecimiento es alométrico negativo; representando un crecimiento en tamaño corporal, sin una buena ganancia de peso. A partir del segundo mes, el FC demuestra un crecimiento alométrico positivo ( $> 3$ ), representando una amplia ganancia en peso, respecto a un escaso crecimiento corporal (Cerranza y Aceituno, 2019; De La Hoz, 2018).

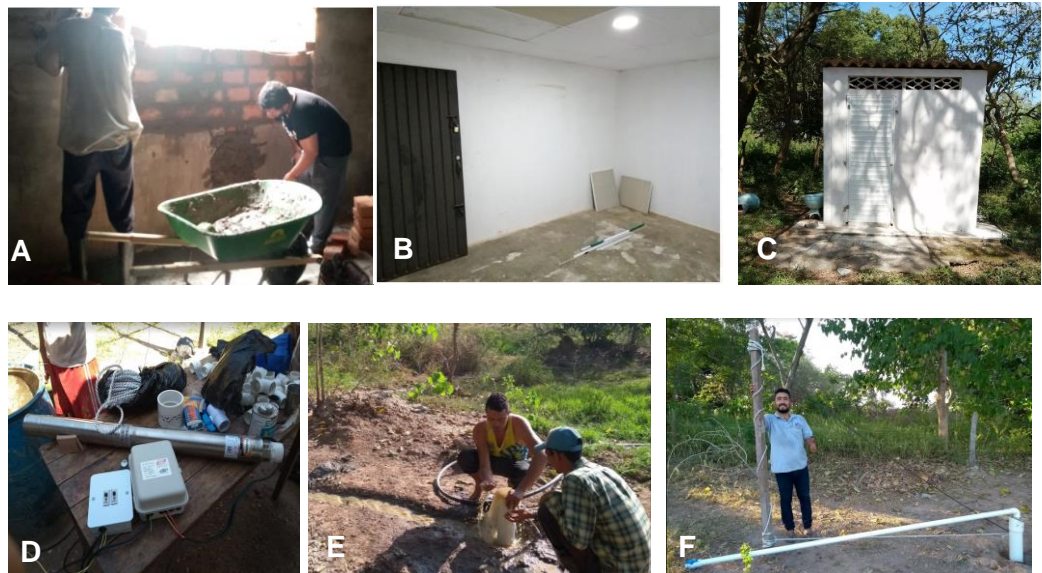
Cabe resaltar que en los últimos meses (con menor densidad y mejores condiciones), este factor comenzó a disminuir, casi regresando al intervalo ideal previamente mencionado, pero no se logró esta meta debido a todos los imprevistos y contratiempos que mantuvieron en estrés crónico a los peces (Santoyo-Telles *et al.*, 2019). Por último, a pesar de no tener una certificación del proveedor de los alevinos, la supervivencia de los peces fue muy alta, demostrando la gran versatilidad y resistencia que posee esta especie ante las condiciones desfavorables del ambiente (FAO, 2009).

## 5.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

### 5.1.1 Etapa preliminar



- **Figura 3.** A: diseño preliminar de Cama de Restart; B y C: primer y segundo diseño de Cama de Restart, respectivamente. Se recomienda una pendiente de al menos 5% para evitar descomposición por estancamiento de líquidos; Introducción a la lombricultura para ASOPEVP.



- **Figura 4.** A: adecuaciones de bodega; B: adecuaciones de habitación; C: baño mixto; D: electrobomba sumergible con todas las piezas para instalación; E: limpieza de pozo perforado de 60m de profundidad; F: pozo perforado listo para bombear.

### 5.1.2 Etapa de adecuaciones

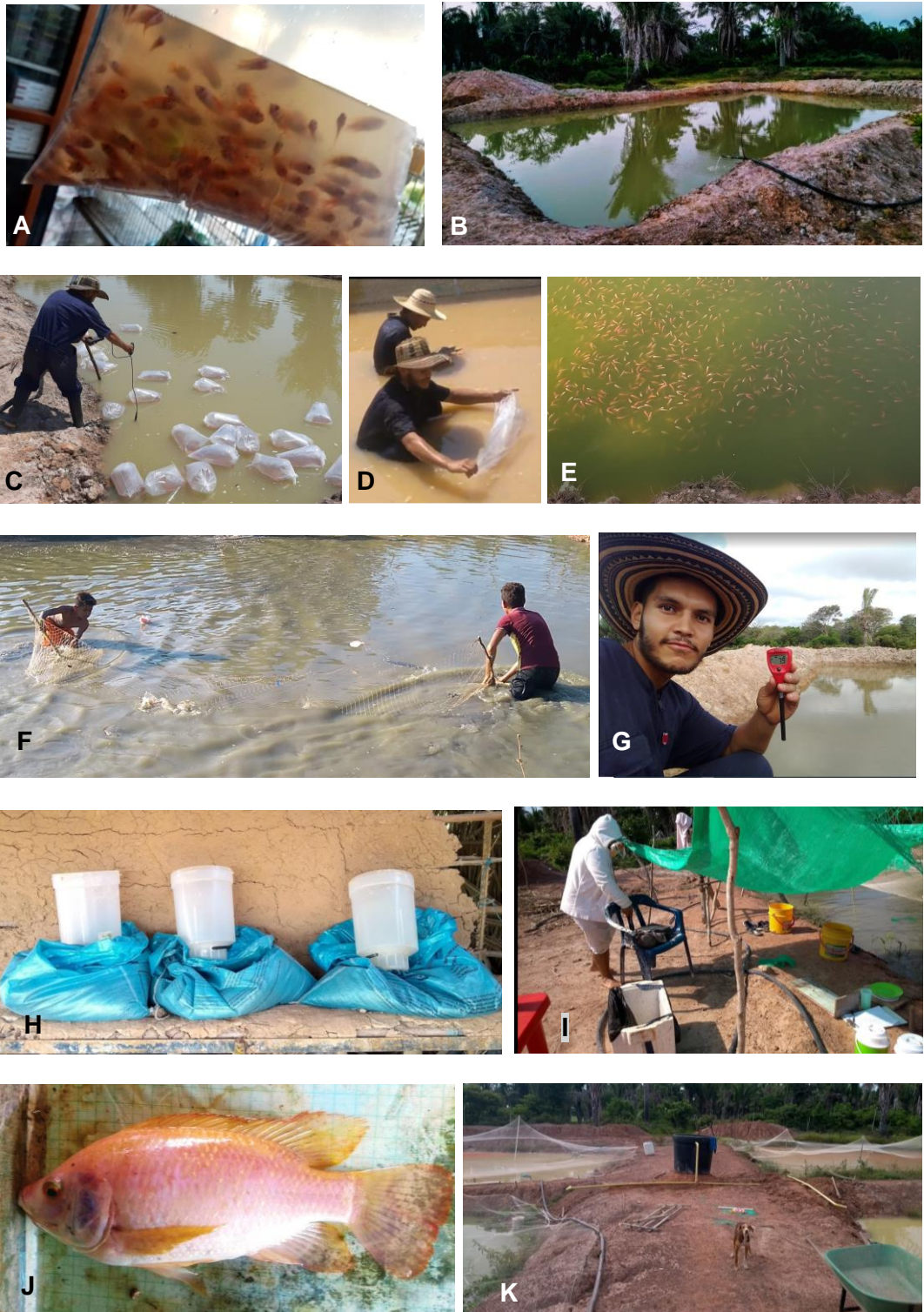


- **Figura 5.** A: excavación de estanque 4; B: unidad productiva vista desde arriba; C: construcción de dique para separar subdividir el hueco realizado con maquinaria y D: Construcción de diques laterales para evitar erosión.

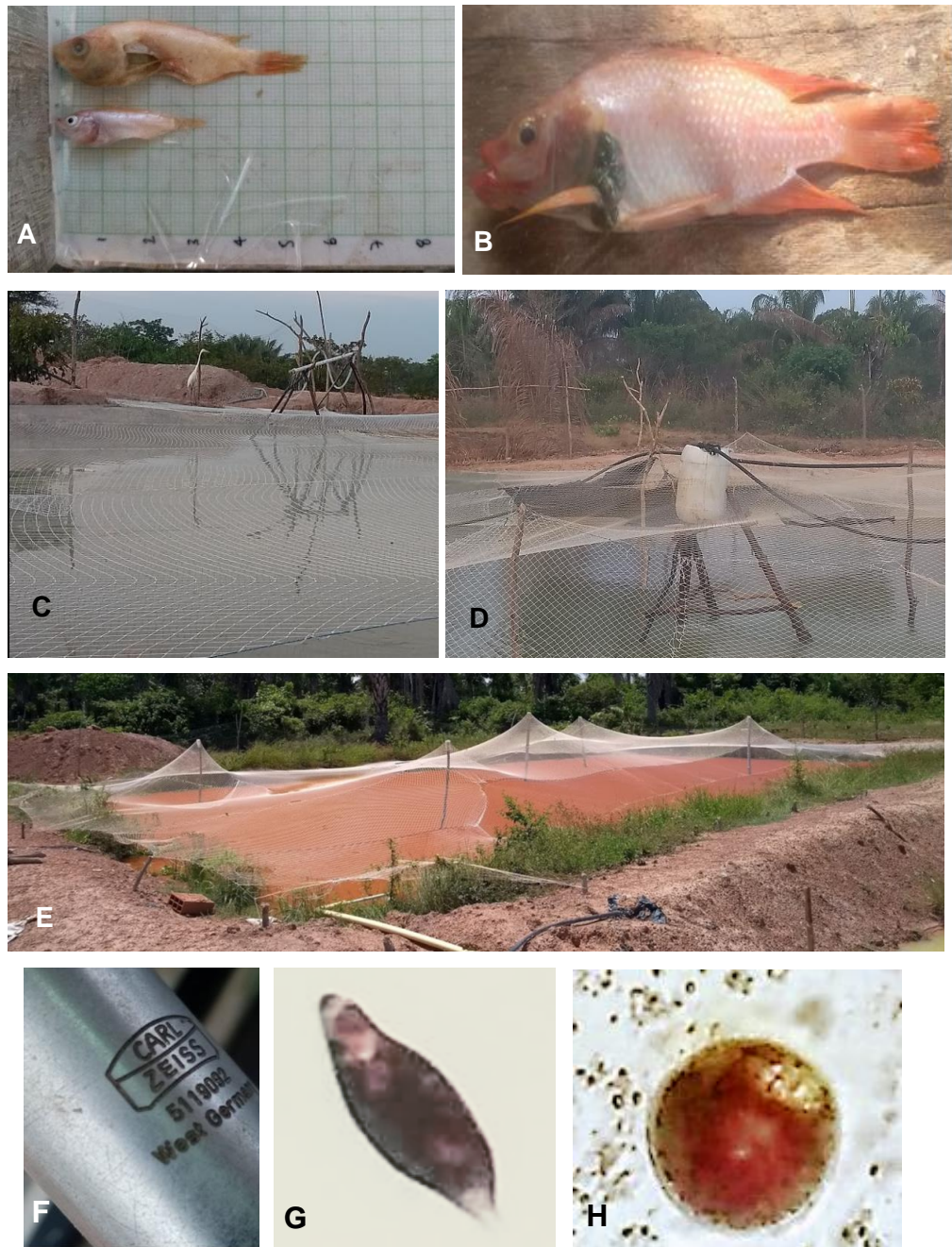


- **Figura 6.** A: compra de Maquinaria, equipos, insumos y materias primas. B: adecuación de botiquín de primeros auxilios; C: adecuación de extintor; D: sacos de alimento concentrado listos para ser entregados; E: pruebas de retención de agua por método del hoyo; F: análisis de los horizontes del suelo y G: análisis de los parámetros del agua y corrección de estos.

### 5.1.2 Etapa Productiva



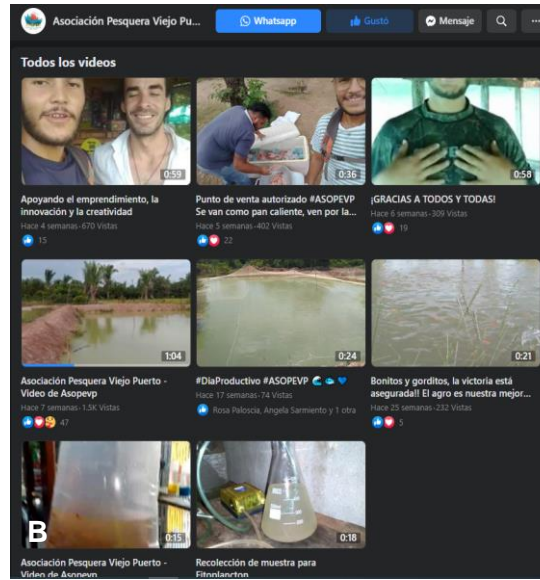
- **Figura 7.** A: alevinos; B: estanque fertilizado; C: control de parámetros durante siembra; D: ingreso de alevinos al estanque; E: vista general 6am; F: Arrastre de pesca; G: seguimiento matutino de parámetros fisicoquímicos; H: alimentación diaria; I: Biometría; J: pesaje y medición de talla y K: vista general de los cuatro (4) estanques funcionando con sistema de distribución hídrica



- Figura 8.** Manejo de parámetros fisicoquímicos y enfermedades. Donde A: Alevino y juvenil de *Oreochromis* sp. Afectados por el parasitismo de Odonatos; B: individuo afectado por exceso de materia orgánica disuelta y suspendida; C: Garza asechando a pesar de la presencia de malla antipájaro. D: Filtro biológico para mejorar parámetros fisicoquímicos; E: Est.1 afectado por afloramiento de *Euglena* sp.; F: microscopio CARL ZEISS; G: muestra de agua vista al microscopio (10x) de *Euglena* sp. en su fase de natación libre activa y D: enquistamiento reproductivo de este mismo género.



- **Figura 9.** A: daño del pozo perforado e inicio de reparación; B: excavación finalizada; C: adaptación de motobomba para salvaguardar peces. D: Manejo de residuos inorgánicos d D: dispersión de aguas residuales por terrenos de cultivo



- **Figura 10.** Publicidad y comercialización. A: punto de venta autorizado en la vía principal del municipio. B: publicidad digital mediante redes sociales como Facebook; C: publicidad radial por medio de una de las emisoras más escuchadas en el municipio; D: pesca de Tilapia roja *Oreochromis* sp. Y E: Plato típico costeño a domicilio como estrategia de mercadeo.

Procesos Administrativos y sociales



**Figura 11.** A: miembros de ASOPEVP durante visita de los coordinadores y promotores del MADR; B: Organigrama jerárquico de la asociación; C: Procesos contables; D: labores sociales y E: participación en la estructuración del Plan de Ordenamiento Territorial de la Alcaldía Municipal.



**Figura 12.** Vaciado, desinfección (cal) y remoción de lodos de los estanques. Donde A: Est.1; B: Est.2 y C: Est.3; el Est.4 no ha sido vaciado aún.

Por último, un factor determinante en la sostenibilidad de cualquier actividad económica, es la rentabilidad; esta debe ser evaluada teniendo en cuenta el balance de caja menor, que debe ser positivo y con la capacidad de generar una remuneración considerable, que permita el sostenimiento de la empresa, así como el pago justo y oportuno a sus miembros o trabajadores. Teniendo en cuenta las dificultades presentadas durante el presente trabajo, es entendible que la caja menor tenga un resultado negativo. Sin embargo, también es evidente que, si desde un principio las cosas se hubieran hecho correctamente, los resultados hubieran sido positivos y gratificantes, esto último se evidencia (resultado esperado), en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Balance de caja resumido. Representa la rentabilidad de la piscicultura como actividad económica.

OBJETO	INGRESOS	EGRESOS	CAJA MENOR
Contrapartidas	\$ 8.000.000	\$ -	\$ 8.000.000
Financiación MADR	\$ 40.000.000	\$ -	\$ 40.000.000
Adecuaciones	\$ -	\$ 14.450.015,00	-\$ 14.450.015
Maquinaria y equipos	\$ -	\$ 17.095.023,00	-\$ 17.095.023
Insumos	\$ -	\$ 8.686.662,00	-\$ 8.686.662
Gastos legales	\$ -	\$ 9.500.000,00	-\$ 9.500.000
Gastos operativos	\$ -	\$ 7.459.796,00	-\$ 7.459.796
Venta tilapia esperada (10% mortalidad)	\$ 22.500.000	\$ -	\$ 22.500.000
Venta tilapia real	\$ 2.337.100	\$ -	\$ 2.337.100
<b>TOTAL ESPERADO</b>			<b>\$ 13.308.504</b>
<b>TOTAL REAL</b>			<b>-\$ 6.854.396</b>

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

Arboleda-Obregón, D.A. (2005). Reversión sexual de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*). Una guía básica para el acuicultor. Rev. Veterinaria REDVET, ISSN 1965-7504, Vol. VI

Avnimelech Y. (2009). *Biofloc Technology – A practical Guide Book*. The World Aquaculture Society. 272 pp.

Balbuena-Rivarola, E.D., Ríos, V. M., Flores Nava, A., Meza, J. y Galeano, A. (2011). *Manual para Extensionista en Acuicultura*. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Viceministerio de Ganadería. FAO. Paraguay. 54 pp.

Baltazar, P.M. y Palomino, A.R. (2004). *Manual de cultivo de Tilapia*. Programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas. FONDEPES, AECl, PADESPA, Perú. 113 pp.

Bernal G., G. Poveda, P. Roldán y C. Andrade. (2006). Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la Costa Caribe Colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 30 (115): 195- 208. ISSN 0370-3908.

Buschmann, A.H. 2001. *Impacto ambiental de la acuicultura: el estado de la investigación en Chile y el mundo. Un análisis bibliográfico de los avances y restricciones para una producción sustentable en los sistemas acuáticos*. Terram Publicaciones, Santiago, 67 pp.

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. (2018). Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/pobreza-monetaria-y-multidimensional-en-colombia-2018#pobreza-por-departamentos-2018>

Delgado-Vidal, F.K., Gallardo-Collí, A., Cuevas-Pérez, L. y García-Ulloa, M. (2009). Crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de plátano. *Rev. Avances en Investigación Agropecuaria*. ISSN 0188789-0. 13(2): 55-70.

De La Hoz-Maestre, J. (2018). *Relación Longitud peso en peces*. Disponible en: [Relación Longitud peso en peces \(rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com\)](http://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com) Fecha de consulta: 10/01/2021

Dueñez-Gómez, F., Muñoz-Guerrero, J., y Ramírez-Pinilla, M. P. (2004). Herpetofauna del corregimiento Botillero (El Banco, Magdalena) en la Depresión Momposina de la región Caribe colombiana. *Actualidades Biológicas*, 26(81), 161–170.

Espinal GC, Martínez CH y González RF. (2005). *La cadena de la piscicultura en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica, 1991-2005*. Documento de Trabajo No. 72. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia, p. 41

EL HERALDO (2019). Siembran 210 mil peces en 12 municipios del Magdalena. Disponible en: <https://www.elheraldo.co/magdalena/siembran-210-mil-peces-en-12-municipios-del-magdalena-443624> Consulta: 14/10/2019

Felipa, G., Blas, W., y Alcantara, F. (2016). Relación longitud-peso, factor de condición y tabla estándar del peso de mil alevinos de *Gamitana* criados en estanques artificiales. *Folia Amazónia*, 20(1), 17-24.

García, J.J., Celis, L.M., Villalba, E.L., Mendoza, L.C., Brú, S.B., Atencio, V.J. y Pardo, S.C. (2011). Evaluación del Policultivo de Bocachico *Prochilodus magdalenae* y Tilapia *Oreochromis niloticus* utilizando superficies fijadoras de Perifiton. *Med. Vet. Zoot.* 58 (II) 71 – 83 pp.

García, A., Tume, J. y Juárez, V. (2012). Determinación de los parámetros de crecimiento de la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo. *Rev. Ciencia y Desarrollo* V.15/Nº2.

Gutiérrez, L.C., Gutiérrez, Y., de Jesús Noriega, O., Rangel, N., Fonseca, C., Ortera, E. y García, H. (2017). Caracterización, Diagnóstico y Análisis de Vulnerabilidades y amenazas en el Departamento del Magdalena. Diagnóstico biofísico. Universidad del Atlántico y CORPAMAG - Corporación autónoma regional del Magdalena. 78 p.

Guzmán, A. (2001). Proyecto para el establecimiento de un centro de cultivo de Tilapia Roja, en la provincia de Esmeraldas, cantón San Lorenzo, recinto La Florida, Quito – Ecuador, 4 – 34 pp.

Hahn, VV.H. y Grajales, Q. A. (2004). Importancia del orden Odonata para la producción de peces en ambientes controlados. Departamento de Sistemas de Producción, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Nariño, Pasto. 12 p.

HOY El Diario Magdalena (2019). Inició proyecto productivo ‘Siembra de tilapias rojas’. Disponible en: <https://www.hoydiariodelmagdalena.com.co/archivos/276027> Fecha de consulta: 07/08/2020

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2013). Zonificación y Codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, Bogotá, D. C., Colombia. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM, Bogotá, D. C., Colombia.

INFORMA, Informa Colombia, directorio de empresas. Disponible en: [https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/actividad/A\\_AGRICULTURA-GANADERIA-CAZA-SILVICULTURA-Y-PESCA/departamento\\_magdalena](https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/actividad/A_AGRICULTURA-GANADERIA-CAZA-SILVICULTURA-Y-PESCA/departamento_magdalena) Fecha de consulta: 14/10/2019

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2013). Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Stocker, T. F., D. Qin, G. K. Plattner, M.

Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press. Cambridge, UK

Ladino-Orjuela, G. (2010) Dinámica del Carbono en estanques de peces. Universidad de Los Llanos. Orinoquia 15(1): 48-67

Merino M.C, Salazar G. y Gómez D. (2006). Guía práctica de piscicultura en Colombia, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. República de Colombia. Bogotá D.C.

Merino, M.C., Bonilla S.P. y Bages, F. (2013). Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia. Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia AUNAP - Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca y FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 163 p.

Naturalake biosciences (2015). Euglena: the Color-Changing Alga. Disponible en: [Euglena: the Color-Changing Alga | Naturalake Biosciences](#) Fecha de consulta: 22/09/2020

Orellana-Flores, C.M. (2003) Reversión sexual en alevines de tilapia *Oreochromis niloticus* empleando la hormona 17 alpha metiltestosterona. Bachelor thesis, Universidad de El Salvador.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2011). Desarrollo de la acuicultura. 4. Enfoque ecosistémico a la acuicultura. Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 5, Supl. 4. Roma. 60p.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2011). Manual Básico de Sanidad Piscícola. Disponible en: <http://www.fao.org/3/as830s.pdf> Fecha de consulta: 20/09/2020

SAMLA - Sistema de apoyo metodológico a los laboratorios de análisis de suelos, agua, vegetales y enmiendas orgánicas. (2004). pH del suelo. SAGyP, Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.

Santoyo-Telles, F., Mariscal-Romero, J., Gómez-Galindo, C., y Gutiérrez-Pulido, H. (2019). Relaciones talla-peso y factor de condición de la tilapia *Oreochromis niloticus* en cinco cuerpos de agua del estado de Jalisco, México. CIBA Revista Iberoamericana De Las Ciencias Biológicas Y Agropecuarias, 8(16), 82 - 105.

Saavedra-Martínez, M.A. (2006). Manejo del cultivo de Tilapia. University of Hawai HILO. 24 pp.

Terrones España, Shirley, y Reyes Avalos, Walter. (2018). Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de molusco en el crecimiento del camarón *Cryphiops caementarius* y tilapia *Oreochromis niloticus* en co-cultivo intensivo. Scientia Agropecuaria, 9(2), 167-176.

Torres, D. y V. Hurtado. (2012). Requerimientos nutricionales para tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). GEN Universidad de los Llanos Colombia. ORINOQUIA, 16(1):63-68.

Van Grondelle, R., Dekker, J. P., Gillbro, T., y Sundstrom, V. (1994). Energy transfer and trapping in photosynthesis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 1187(1), 1–65.

Vasquez Fonseca, V. (2015). Diagnóstico ganadero en los pequeños y medianos productores del municipio el Banco, Magdalena. Colombia.

Vodounnou, D. S., Juste, V., Kpogue, D. N. S., Apollinaire, M. G., y Didier, F. E. (2016). Culture of earthworm (*Eisenia fetida*), production, nutritive value and utilization of its meal in diet for *Parachanna obscura* fingerlings reared in captivity. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(5), 01–05.

Wang, K.W., T. Takeuchi and T. y Watanabe. (1985). Effect of dietary protein levels on growth of *Tilapia nilotica*. *Bulletin of the Japanese society of scientific fisheries*, 51: 133-140.

Zafra, A.; M. Díaz; F. Dávila; R. Fernández; K. Vela y H. Guzmán. (2019). Conversión y eficiencia alimenticia de *Oreochromis aureus* var. *suprema* (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú. *Arnaldoa* 26 (2): 815-826.