

ANEXO 1

Metodología

PROYECTO 1. Producción de un lote mejorado genéticamente en crecimiento mediante Selección Individual de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), en la Estación Acuícola Bajo Magdalena de la AUNAP, Municipio de Repelón, Atlántico.

On

Se requiere realizar un mejoramiento genético aplicando la metodología de selección individual de la tilapia plateada *Oreochromis niloticus* en la Estación de acuicultura del Bajo Magdalena – localizada en el municipio de Repelón, departamento del Atlántico. Esta metodología se emplea solamente sobre caracteres que pueden ser medidos en el animal vivo. Es muy efectiva en caracteres que presentan heredabilidad media y alta y no requiere de gran inversión en infraestructura o equipo técnico, lo cual es su mayor ventaja. Su principal desventaja es el riesgo de aumentar la consanguinidad al cruzar animales emparentados (dado que no están identificados), sobre todo si la intensidad de selección es alta (Gjedrem T. & Baranski M. 2009).

Basiao & Doyle (1999), realizaron selección individual (masal) en *Oreochromis niloticus* en un sistema de cultivo tradicional y de bajo costo, generando una población a partir de 100 cruzamientos, y obteniendo una respuesta positiva de selección en longitud estándar de 3% en comparación con el control no seleccionado. Bentsen & Olesen (2002) investigaron el efecto de algunas restricciones sobre número de los reproductores utilizados por generación sobre la tasa de consanguinidad y concluyeron que es posible realizar un sistema de selección masal, con una tasa de consanguinidad menor al 1% por generación, obteniendo una respuesta de selección entre 5 y 13% dependiendo de la heredabilidad de la característica obtenida. En tilapia nilótica se han reportado valores de heredabilidad para ganancia de peso que oscilan entre 0.16 Basiao & Doyle (1999) y 0,56 Karisa et al (2006).

Con la realización de la presente investigación se requiere obtener lo siguiente:

- Evaluar el mejoramiento genético del crecimiento de la tilapia plateada *Oreochromis niloticus*, mediante selección individual
- Seleccionar reproductores de buen crecimiento de esta especie mediante la metodología de selección individual
- Producción de un lote mejorado genéticamente de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*, en la Estación de Repelón (Atlántico).

Para el trabajo se deben utilizar 1200 hembras y 400 machos reproductores de tilapia nilótica, de la Estación bajo Magdalena, con pesos promedios de 200 gramos.

Se aplicará el sistema de selección individual para crecimiento, teniendo en cuenta el valor de heredabilidad para crecimiento calculado para animales criados en las condiciones de Repelón ($h^2 = 0.16$, Gitterle, 2011) y los ajustes propuestos por Bentsen & Olesen (2002) y Toro y Lopez-

Fanjul (2007) para este tipo de selección. Para esto se tendrá una población base compuesta de mínimo 50 desoves diferentes de padre y madre no emparentados, de los cuales se llevarán a prueba de crecimiento entre 30 y 50 alevinos por desove, descartando los individuos más pequeños y más grandes de cada desove según lo recomendado por Basiao & Doyle (1999).

Para el acondicionamiento de los reproductores, se marcarán con micro chips (aprox 1600), se llevarán a la sala de manejo, donde serán identificados, haciendo un inventario, y seleccionando aquellos con mejores índices y menor consanguinidad, para generar los cruzamientos que darán origen al programa de selección masal. Posteriormente los seleccionados para cruces permanecerán en la sala de manejo durante dos semanas para su acondicionamiento, previo al inicio de los cruces.

Se llevarán los animales en proporción 1 macho x 2 hembras, distribuyéndolos en las hapas disponibles. Una semana después del traslado de reproductores a hapas, se revisa si existe evidencia de larvas en el agua. Si esto se confirma, se pescan y se revisan una a una las bocas de las hembras de cada hapa, recolectando los huevos de la boca. Se debe contar el número de hembras positivas con huevos en boca de cada hapa. Si es posible, cada desove se debe mantener separado y sembrar en incubadoras experimentales a escala (botella de gaseosa), para tener la certeza del aporte de cada hembra al nuevo grupo de reproductores, asegurando así la participación de como mínimo 50 desoves diferentes en el nuevo lote de reproductores, por lo cual es importante recoger el mayor número de desoves posibles. Una vez las larvas absorban su saco vitelino, debe sembrarse cada desove en un tanque individual de 1000 L.

Comprobada la reabsorción del saco vitelino en bandeja, se trasladarán los animales procedentes de cada incubadora. En caso de incubación individual, trasladar 300 animales de cada incubadora a cada tanque. En caso de incubación por hapa, se requiere sembrar al menos 5 repeticiones de cada hapa con muestras aleatorias de 500 alevinos por tanque, aprovechando la capacidad total del set de 50 tanques. Posteriormente se baja la densidad a 200 peces por tanque hasta llevarlos a talla de 20 gramos.

Grupo control: Será constituido por 2000 animales que estén entre +0.5 y -0.5 desviaciones estándar del promedio de peso para cada sexo (1000 machos control- 1000 hembras control).

Grupo seleccionados: lo conformarán 2000 animales que se encuentren entre +0.5 y +3 desviaciones estándar. (1000 machos y 1000 hembras).

Estos dos grupos se separarán por sexo (machos y hembras) y se sembrará una piscina por sexo. Para diferenciar los animales de cada grupo (control y seleccionados) estos se identificarán mediante el rompimiento de una de las espinas dorsales, metodología propuesta por el Word Fish Center (2004).

Engorde y prueba de crecimiento: El engorde se realizara en piscinas de 1200 m² en la estación de Repelón (una para machos y una para hembras). Se realizarán muestreos de talla y peso semanales (30 animales por sexo) para verificar el factor de condición y ajustar la ración.

Se tendrá en cuenta la información referente a Factor de conversión alimenticia, sobrevivencia, ganancia de peso, y las variables fisicoquímicas, temperatura, pH y turbidez por disco secchi. Cuando la población alcance en promedio 200 gramos se cosechará. Se evaluará el crecimiento por grupo y sexo.

Calculo de diferencial de selección. Grupo control vs Grupo seleccionado:

Por medio de un análisis de varianza, se evaluará la diferencia de peso entre los animales control y seleccionados.

Selección de reproductores F1: Se realizará la selección de reproductores por sexo, ejerciendo una presión de selección entre 0.5 – 1 desviaciones estándar sobre el promedio (Dependiendo de la sobrevivencia final).

Los análisis de calidad de agua como la temperatura y el oxígeno disuelto se determinarán diariamente con un oxímetro digital marca YSI 88 calibrado previamente según indicaciones de la casa matriz. El pH, dureza, alcalinidad total y amonio serán medidos semanalmente con un kit de análisis de agua (Photometer YSI 9500).

Obligaciones:

Obligación 1. Seleccionar reproductores con mejores índice de peso corporal y como caracteres secundarios la longitud total y la altura del cuerpo y los de menor consanguinidad de una población existente y marcada con microchips en el Centro Piscícola de Repelón para generar los cruzamientos que darán origen al programa de selección masal.

Obligación 2. Realizar siembra de reproductores en hapas para recolección de huevos de boca, incubación de huevos por desove, reabsorción de saco vitelino y siembra de alevinos/desove/hapa en 50 tanques para levante, para selección de hembras de acuerdo al número de huevos, numero de larvas, numero de alevinos.

Obligación 3. Realizar el levante de alevinos y precría hasta 50 gramos para sexaje.

Obligación 4. Seleccionar grupos control y seleccionado acorde a la desviación estándar del peso promedio, sexaje, marcaje para diferenciación de los dos grupos y siembra por sexos en estanques.

Obligación 5. Realizar pruebas de engorde y de crecimiento con muestreos semanales de talla y peso de los grupos seleccionados.

Obligación 6. Procesar y analizar la información obtenida de parámetros técnicos (ganancia en peso (Gp), ganancia en longitud (Gl), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S), factor de condición, conversión alimenticia.

Obligación 7. Selección de un lote de reproductores F1, machos y hembras, con los mejores parámetros técnicos obtenidos.

Obligación 8. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 2. Evaluación técnica y económica del Policultivo Superintensivo de la tilapia roja (*Oreochromis sp*) y Camarón blanco (*Litopapenaeus vannamei*), bajo diferentes capacidades de carga final esperada (kg/m³), usando la tecnología biofloc en la Estación Piscícola de Repelón.

El proyecto tiene como finalidad evaluar el desempeño en policultivo de Tilapia roja (*Oreochromis sp*) y Camarón blanco (*Litopapenaeus vannamei*) bajo diferentes densidades en un sistema de biofloc, en aras de realizar un cultivo semi o intensivo con estas especies en sistemas de geomembrana y de esta forma involucrar varias tecnologías novedosas en pro de que los acuicultores pequeños y grandes tengan más opciones de cultivo minimizando costos, ahorrando espacio y ahorrando agua.

Se realizarán los ensayos de cultivo en tanques de geomembrana que se encuentran actualmente en la Estación Acuícola Bajo Magdalena que tienen la particularidad de utilizar poco espacio y pueden soportar cultivos semi intensivos e intensivos, es decir, en donde se usan densidades de siembra por encima de lo normal para obtener una mayor cantidad de biomasa al final del proceso, sin afectar o estresar a los animales.

Con la realización de la presente investigación se requiere obtener lo siguiente:

- Evaluación Técnica del Policultivo Superintensivo de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*) y Camarón blanco (*Litopapenaeus vannamei*) bajo diferentes capacidades de carga final esperada usando la tecnología de sistema biofloc
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de cada uno de los tratamientos, con el fin de definir la unidad mínima sostenible, que sirva de modelo a los programas de fomento que adelanta la AUNAP y diferentes instituciones del orden local, regional y nacional.
- Evaluar el efecto en la calidad del agua (salobre) en el policultivo e Tilapia y Camarón en un sistema de Biofloc
- El estudio se llevará a cabo en la estación piscícola de la AUNAP en Repelón-Atlántico, la cual cuenta con la infraestructura requerida para la parte experimental de la investigación. El estudio se realizará en la estación piscícola del Bajo Magdalena localizada en el municipio de Repelón (Atlántico), que se encuentra ubicada en inmediaciones del embalse del Guájaro, a una distancia de 71 Km. de la ciudad de Cartagena y a 81 Km. de la ciudad de Barranquilla, con una temperatura promedio anual de 32 °C, temperatura máxima absoluta de 41 °C y mínima de 20 °C, la precipitación promedio anual es de 871 mm (IGAC, 1996).

Se utilizarán alevinos de tilapia roja con un peso promedio inicial de 1gr., procedentes de la Estación Acuícola Bajo Magdalena y postlarvas de camarón con peso promedio inicial de 0,1 gr. previamente aclimatados a baja salinidad.

- **Tratamientos a evaluar.** Se evaluarán el desempeño en policultivo de tilapia roja y camarón blanco en sistema de biofloc, utilizando una capacidad de carga final esperada para los peces y tres para los camarones:
 - **Tratamiento número 1:** capacidad de carga final esperada 20 kg de tilapia/m³ y 6 kg de camarones / m³
 - **Tratamiento número 2:** capacidad de carga final esperada 20 kg de tilapia/m³ y 4 kg de camarones / m³
 - **Tratamiento número 3:** capacidad de carga final esperada 20 kg de tilapia/m³ y 2 kg de camarones / m³
- Cada tratamiento se efectuara por duplicado
- **Unidades experimentales.** Los tratamientos serán evaluados en 6 tanques de geomembrana con capacidad de 35 toneladas y volumen útil de 30 toneladas, cada uno, equipados con unidades de aireación circular (parrillas con manguera difusora) conectadas a dos Blower de 2 Hp para el suministro de aireación constante y recubiertas con malla polisombra mayor al 50% para reducir la entrada de la luz que podría inferir en el desarrollo del sistema.
 - **Preparación del sistema de cultivo Bioflocs.** Para la preparación del Biofloc, se acondicionará con 8 días de anticipación un tanque de 1000L, con agua filtrada y aireación constante. Para la producción inicial de floc, se tendrán en cuenta los siguientes rangos en cuanto a parámetros de calidad de agua (Lango, 2012).

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua para producción de Bioflocs (Lango, 2012.)

PARÁMETRO	INTERVALO RECOMENDADO
Temperatura	25-30 °C
Oxígeno disuelto	4-5 ppm
PH	7.2- 8.0
Dureza total (CaCO ₃)	> de 150 ppm
Alcalinidad total	> de 100 ppm
Amonio no ionizado (NH ₃)	< de 0.03 ppm
Nitrito (NO ₂)	< de 1 ppm
Nitrato (NO ₃)	< de 60 ppm

Luego de la medición inicial de la calidad del agua, se adicionara Cloruro de amonio (NH₄CL), en relación de 1mg/100L de agua y melaza en relación 3g/150L de agua, con el fin de conformar el medio de crecimiento para las bacterias nitrificantes (BN) y demás organismos que conforman los floc. Como sustrato adicional para los floc, se adicionará harina de yuca a razón de 5g/100L.

Las BN, para la inoculación en el sistema serán obtenidas del fondo de los estanques de cultivo del La estación piscícola de repelón, en relación a 250ml/200L de agua. Para el mantenimiento de la alcalinidad serán adicionados 5g de Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)/100L de agua (Lango, 2012.).

La maduración de los floc se realizará en un tiempo mínimo de 20 días, tiempo en el cual los parámetros de calidad de agua indicarán que el amonio disminuye y aumenta el nitrito (NO_2), posteriormente este baja y comienza a subir el nitrato (NO_3). Durante el proceso de maduración del floc se realizará la medición de los parámetros de calidad de agua dos veces al día (Kubitza, 2011).

Cuando amonio y nitrito lleguen a cero, el cultivo de bacterias nitrificantes está activo y listo para inocularse a las unidades experimentales del cultivo en los tanques geomembrana. Se realizara la inoculación de Biofloc a los tanques, en relación de 875ml por cada tanque 700L. También se contará con bacterias comerciales en caso de emergencia con los compuestos nitrogenados

- **Alimentación.** Durante los días de cultivo los animales serán alimentados en la fase inicial con alimento concentrado de 38%PB para tilapia y camarón con Nicovita 35%PB; pasados 45 días con concentrado comercial de 32% PB para tilapia y camarón Nicovita 35%PB, durante 45 días y al final del cultivo con concentrado de 24%PB para la tilapia y camarón nicovita 35%PB, tres veces al día. El ajuste de la dieta para cada especie se realizara de acuerdo al peso promedio obtenido durante los muestreos
- **Evaluación Económica y Financiera**
Para la evaluación económica y financiera, se tendrán en cuenta los siguientes conceptos:
La evaluación de proyectos es una herramienta económica que nos auxilia en el análisis de un proyecto de inversión que arrojará varios resultados con los que la toma de decisiones será más sencilla.
- **Viabilidad Técnica:** Determina si el emprendimiento es técnicamente viable, teniendo en cuenta las condiciones agroclimáticas, parámetros de producción, equipos requeridos para el proceso de producción, viabilidad ambiental, entre otros.
- **Viabilidad Financiera:** Determina si el emprendimiento teniendo en cuenta la matriz de costos, su estructura de financiación, el costo de la deuda, el costo de oportunidad de la inversión, las ventas, los ingresos no operacionales, las amortizaciones de la deuda, el horizonte del proyecto entre otros, genera valor para el inversionista.
- Esta generación de valor se puede medir mediante ratios financieros que arrojan los flujos futuros de caja descontados o no como son el VAN (Valor Actual Neto), la TIR (Tasa Interna de Retorno), el período de repago de la Inversión y la relación costo – beneficio.

- **Evaluación del crecimiento**

Cada 15 días se realizará muestreo biométrico en cada una de las unidades del tratamiento, tomando una muestra representativa de la población de peces y cada 7 días para los camarones. A cada individuo se le medirá la longitud total (Lt) (cm) y el peso total (Wt) (gr). Para la medición de talla se utilizará un lictómetro graduado al milímetro más cercano, así mismo para la estimación del peso se utilizará una balanza eléctrica (OHAUS, modelo EC6, USA) con capacidad de 2000 gramos. Con los valores de peso, longitud y alimento suministrado, por unidad experimental y tratamiento se estimará:

- **Ganancia en peso (Gp).** Se estimará con la ecuación $Gp = Pf - Pi$.
Donde Pf=Peso final (gr) y Pi = Peso inicial (gr).
- **Ganancia en longitud total (Gl).** Se estimará la ecuación $Gl = Ltf - Lti$.
Donde Ltf= longitud total final (cm) y Lti= Longitud total inicial (cm).
- **Tasa específica de crecimiento (G).** Se estimará con la ecuación $G (\%/días) = (Ln Pf - Ln Pi / días) * 100$.
Donde (Ln Pf) es el logaritmo natural del peso final, menos el logaritmo natural del peso inicial (Ln Pi) entre los días de cultivo.
- **Factor de condición (K).** El factor de condición se estimará con la ecuación $K = Wt / Lt^b$ (Weatherley, 1972; Bagenal E & Tesch, 1968).
Donde WT es el peso total en gramos, LT es longitud total en cm y b es el coeficiente de regresión de la relación peso-longitud total.
- **Factor de conversión alimenticia (FCA).** Se estimará el factor de conversión alimenticia con la siguiente fórmula:
 $FCA = \text{Alimento suministrado total (Kg)} / \text{Ganancia en Biomasa (Kg)}$
- **Biomasa (B).** Se estimará mediante la ecuación $B = \text{número de animales} \times \text{peso promedio (gr)}$.
- **Ganancia en biomasa.** Se estimará mediante la ecuación $GB = Bf - Bi$.
En donde Bf es la biomasa al final del cultivo (Kg) y Bi la biomasa inicial (Kg).
- **Sobrevivencia (S).** Para la sobrevivencia se utilizará la siguiente fórmula:
 $S (\%) = (\text{Número final de animales} / \text{Número inicial de animales}) * 100$.
- **Calidad de agua.** Para el monitoreo y evaluación de la calidad del agua, se tomarán registros dos veces/día del oxígeno disuelto, pH y temperatura, con ayuda de un Oxímetro YSI 550A y un pH metro YSI Ph100, durante el tiempo de desarrollo del experimento. El amonio, nitrito y nitrato, se medirán semanalmente con ayuda de un espectrofotómetro Espectronic, Genesys 5, USA. Para las mediciones de dureza y alcalinidad se utilizarán los kit de Hach y se harán semanalmente.

Obligaciones:

Obligación 1. Implementar y Supervisar el acondicionamiento del área de las unidades experimentales.

Obligación 2. Implementar y poner en operación unidades experimentales para la evaluación del Policultivo Superintensivo de la tilapia roja (*Oreochromis sp*) y Camarón blanco (*Litopenaeus*

vannamei), usando la tecnología de biofloc, con tres cargas finales esperadas de 20 kg de tilapia/m³ y 6 kg de camarones/ m³; 20 kg de tilapia/m³ y 4 kg de camarones / m³ y 20 kg de tilapia/m³ y 2 kg de camarones / m³.

Obligación 3. Realizar muestreos quincenales para colecta Información parámetros biológicos, longitud total y estándar (cm), peso de los tratamientos evaluados.

Obligación 4. Procesar y analizar la información obtenida de parámetros técnicos (ganancia en peso (Gp), ganancia en longitud (Gl), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S) de los tratamientos evaluados.

Obligación 5. Procesar y analizar la información de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) de los tratamientos evaluados.

Obligación 6. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 3. Evaluación técnica y económica del Policultivo Superintensivo de la tilapia roja (*Oreochromis sp*) y camarón blanco (*Litopapenaeus vannamei*), bajo diferentes capacidades de carga final esperada (kg/m³), usando la tecnología de sistema biofloc en agua salobre, con diferentes niveles de biomasa o carga final (kg/m³), en la casa del pescador CEDPA en San Antero – Córdoba.

Se quiere con la presente investigación, realizar ensayos de cultivo en donde se evalúen todos los aspectos de calidad el agua, supervivencia, engorde y factor de conversión del alimento de la Tilapia y el Camarón, además partiendo de experiencias realizadas por otros autores subir las capacidades de carga para conocer cuál es el límite óptimo del sistema y así poder entregar un protocolo de cultivo que permita ser replicado por los acuicultores de la región y el país.

Con la realización de la presente investigación se requiere obtener lo siguiente:

- Evaluación Técnica del Policultivo Superintensivo de la Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y Camarón blanco (*Litopapenaeus vannamei*), bajo diferentes densidades de siembra usando la tecnología de sistema Biofloc con agua salobre
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de cada uno de los tratamientos, con el fin de definir la unidad mínima sostenible que sirva de modelo a los programas de fomento que adelantan diferentes instituciones del orden local, regional y nacional.
- Evaluar el efecto en la calidad del agua del uso de policultivo e Tilapia y Camarón en un sistema de Biofloc

El estudio se llevará a cabo en la Casa del Pescador Artesanal - CDEPA de San Antero (Córdoba), la cual cuenta con la infraestructura requerida para la parte experimental de la investigación y se llevaran alevines de la Estación del Bajo Magdalena y los camarones de CENIACUA.

Métodos e Instrumentos.

Material biológico. Se utilizarán alevinos de Tilapia nilótica con un peso promedio inicial 1gr. Procedentes de la estación acuícola Bajo Magdalena y postlarvas de camarón con peso promedio inicial de 0,1 gr. previamente aclimatados a baja salinidad.

Tratamientos a evaluar. Se evaluarán el desempeño en policultivo de tilapia nilótica y camarón en sistema de biofloc. Utilizando dos densidades de siembra para cada especie.

Tratamiento número 1 con dos réplicas, una densidad de 50 animales/m³ en el caso de la tilapia y para camarón 300 animales/ m³

Tratamiento número 2 con dos réplicas, una densidad de 50 animales/m³ en el caso de la tilapia y para camarón 200 animales/ m³

Tratamiento número 3 con dos réplicas, una densidad de 50 animales/m³ en el caso de la tilapia y para camarón 100 animales/ m³

Unidades experimentales. Los tratamientos serán evaluados en 6 tanques de geomembrana con capacidad de 35 toneladas y volumen útil de 30 toneladas, equipados con unidades de aireación circular (parrillas con manguera difusora) conectadas a dos Blower de 2 Hp para el suministro de aireación constante y recubiertas con malla polisombra mayor al 50% para reducir la entrada de la luz que podría inferir en el desarrollo del sistema.

Preparación del sistema de cultivo Bioflocs. Para la preparación del Biofloc, se condicionará con 8 días de anticipación un tanque de 1000L, con agua filtrada y aireación constante. Para la producción inicial de floc, se tendrán en cuenta los siguientes rangos en cuanto a parámetros de calidad de agua (Lango, 2012).

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua para producción de Bioflocs (Lango, 2012.)

PARÁMETRO	INTERVALO RECOMENDADO
Temperatura	25-30 °C
Oxígeno disuelto	4-5 ppm
PH	7.2- 8.0
Dureza total (CaCO ₃)	> de 150 ppm
Alcalinidad total	> de 100 ppm
Amonio no ionizado (NH ₃)	< de 0.03 ppm
Nitrito (NO ₂)	< de 1 ppm
Nitrato (NO ₃)	< de 60 ppm

Luego de la medición inicial de la calidad del agua, se adicionara Cloruro de amonio (NH₄CL), en relación de 1mg/100L de agua y melaza en relación 3g/150L de agua, con el fin de conformar el medio de crecimiento para las bacterias nitrificantes (BN) y demás organismos que conforman los floc. Como sustrato adicional para los floc, se adicionará harina de yuca a razón de 5g/100L.

Las BN, para la inoculación en el sistema serán obtenidas del fondo de los estanques de cultivo del La estación piscícola de repelón, en relación a 250ml/200L de agua. Para el mantenimiento de la alcalinidad serán adicionados 5g de Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)/100L de agua (Lango, 2012.).

La maduración de los floc se realizará en un tiempo mínimo de 20 días, tiempo en el cual los parámetros de calidad de agua indicarán que el amonio disminuye y aumenta el nitrito (NO_2), posteriormente este baja y comienza a subir el nitrato (NO_3). Durante el proceso de maduración del floc se realizará la medición de los parámetros de calidad de agua dos veces al día (Kubitza, 2011).

Cuando amonio y nitrito lleguen a cero, el cultivo de bacterias nitrificantes está activo y listo para inocularse a las unidades experimentales del cultivo en los tanques geomembrana. Se realizara la inoculación de Biofloc a los tanques, en relación de 875ml por cada tanque 700L. También se contar con bacteria comerciales en caso de emergencia con los compuestos nitrogenados.

Alimentación. Durante los días de cultivo los animales serán alimentados en la fase inicial con alimento concentrado de 34%PB para tilapia y camarón con nicovita 35%PB; pasados 45 días con concentrado comercial de 30% PB para tilapia y camarón nicovita 35%PB, durante 45 días y al final del cultivo con concentrado de 224%PB para la tilapia y camarón nicovita 35%PB, tres veces al día.

Evaluación Económica y Financiera

Para la evaluación económica y financiera, se tendrán en cuenta los siguientes conceptos:

La evaluación de proyectos es una herramienta económica que nos auxilia en el análisis de un proyecto de inversión que arrojará varios resultados con los que la toma de decisiones será más sencilla.

Viabilidad Técnica: Determina si el emprendimiento es técnicamente viable, teniendo en cuenta las condiciones agroclimáticas, parámetros de producción, equipos requeridos para el proceso de producción, viabilidad ambiental, entre otros.

Viabilidad Financiera: Determina si el emprendimiento teniendo en cuenta la matriz de costos, su estructura de financiación, el costo de la deuda, el costo de oportunidad de la inversión, las ventas, los ingresos no operacionales, las amortizaciones de la deuda, el horizonte del proyecto entre otros, genera valor para el inversionista.

Esta generación de valor se puede medir mediante ratios financieros que arrojan los flujos futuros de caja descontados o no como son el VAN (Valor Actual Neto), la TIR (Tasa Interna de Retorno), el período de repago de la Inversión y la relación costo – beneficio.

Evaluación del crecimiento: Cada 15 días se realizará muestreo biométrico en cada una de las unidades del tratamiento, tomando una muestra representativa de la población de cada especie. A cada individuo se le medirá la longitud total (Lt) (cm) y el peso total (Wt) (gr). Para la medición

de talla se utilizará un lctiómetro graduado al milímetro más cercano, así mismo para la estimación del peso se utilizará una balanza eléctrica (OHAUS, modelo EC6, USA) con capacidad de 2000 gramos. Con los valores de peso, longitud y alimento suministrado, por unidad experimental y tratamiento se estimará:

Ganancia en peso (Gp). Se estimará con la ecuación $Gp = Pf - Pi$.

Donde Pf=Peso final (gr) y Pi = Peso inicial (gr).

Ganancia en longitud total (Gl). Se estimará la ecuación $Gl = Ltf - Lti$.

Donde Ltf= longitud total final (cm) y Lti= Longitud total inicial (cm).

Tasa específica de crecimiento (G). Se estimará con la ecuación $G (\% \text{días}) = (\ln Pf - \ln Pi / \text{días}) * 100$.

Donde (Ln Pf) es el logaritmo natural del peso final, menos el logaritmo natural del peso inicial (Ln Pi) entre los días de cultivo.

Factor de condición (K). El factor de condición se estimará con la ecuación $K = Wt / Lt^b$ (Weatherley, 1972; Bagenal E & Tesch, 1968).

Donde WT es el peso total en gramos, LT es longitud total en cm y b es el coeficiente de regresión de la relación peso-longitud total.

Factor de conversión alimenticia (FCA). Se estimará el factor de conversión alimenticia con la siguiente fórmula:

$FCA = \text{Alimento suministrado total (Kg)} / \text{Ganancia en Biomasa (Kg)}$

Biomasa (B). Se estimará mediante la ecuación $B = \text{número de animales} \times \text{peso promedio (gr)}$.

Ganancia en biomasa. Se estimará mediante la ecuación $GB = Bf - Bi$.

En donde Bf es la biomasa al final del cultivo (Kg) y Bi la biomasa inicial (Kg).

Sobrevivencia (S). Para la sobrevivencia se utilizará la siguiente fórmula:

$S (\%) = (\text{Número final de animales} / \text{Numero inicial de animales}) * 100$.

Calidad de agua

Para el monitoreo y evaluación de la calidad del agua, se tomarán registros dos veces/día del oxígeno disuelto, pH y temperatura, con ayuda de un Oxímetro YSI 550A y un pH metro YSI Ph100, durante el tiempo de desarrollo del experimento. El amonio, nitrito y nitrato, se medirán semanalmente con ayuda de un espectrofotómetro Espectronic, Genesys 5, USA. Para las mediciones de dureza y alcalinidad se utilizarán los kit de Hach y se harán semanalmente.

Obligaciones:

Obligación 1. Implementar Supervisar el acondicionamiento del área de las unidades experimentales.

Obligación 2. Implementar y poner en operación unidades experimentales para la evaluación del Policultivo Superintensivo de la tilapia roja (*Oreochromis sp*) y Camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), usando la tecnología de biofloc, con tres cargas finales esperadas de 20 kg de tilapia/m³ y 6 kg de camarones/m³; 20 kg de tilapia/m³ y 4 kg de camarones/m³ y 20 kg de tilapia/m³ y 2 kg de camarones/m³.

Obligación 3. Realizar muestreos quincenales para colecta Información parámetros biológicos, longitud total y estándar (cm), peso de los tratamientos evaluados.

Obligación 4. Procesar y analizar la información obtenida de parámetros técnicos (ganancia en peso (Gp), ganancia en longitud (Gl), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S) de los tratamientos evaluados.

Obligación 5. Procesar y analizar la información de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) de los tratamientos evaluados.

Obligación 6. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 4. Evaluación de la producción de alevinos de bocachico de aproximadamente 2 cm de longitud, a partir de poslarvas con dos tratamientos macro-agregados de floc (bioflóculos) a una concentración de 5 ml/l y mesocosmos, a una densidad de siembra de 25 larvas/l.

Desde la oficina de Generación del Conocimiento y la Información OGCI, se plantea el desarrollo de actividades de investigación, en el cultivo de especies nativas dulce acuícolas dirigidas a aumentar la sobrevivencia de los procesos de producción de alevinos de especies nativas de alto valor e interés económico, bien sea para repoblamiento o cultivo.

La sobrevivencia y óptimo desarrollo de las larvas de peces son variables que dependen directamente de la densidad de siembra y el alimento ofrecido y/o disponible en el medio (Prieto, 2006), al momento de reabsorción vitelínica y comienzo de la primera alimentación exógena (Núñez, 2008).

El alimento vivo (microalgas, rotíferos, copépodos), se destaca como la mejor opción para el cultivo de larvas de peces, por las condiciones nutricionales y altos niveles bromatológicos permitiendo alcanzar altos porcentajes en supervivencia, disminuir la contaminación (Atencio-García, 2003). El manejo de la primera alimentación es una etapa crítica en la producción de alevinos; por lo que un adecuado manejo de la primera alimentación incrementa la sobrevivencia de las larvas en la fase de alevinaje (Atencio – García 2014).

En la Estación Piscícola de Repelón de la AUNAP (EPR, Atlántico), se realizó la evaluación de larvicultura de bocachico utilizando macroagregados de floc con artemia y zooplancton silvestre como alimento de la primera alimentación, a densidad de 25 larvas/L fueron alimentadas dos veces al día, durante cinco días con: macro-agregados de floc a razón de 5 ml/l (T1), macro-agregados de floc (5 ml/l) + zooplancton silvestre de 200-400µm (5 ind/ml) (T2), macro-agregados de floc (5 ml/l) + nauplios de artemia (5 ind/ml) (T3). Los resultado de este estudio sugieren que el uso de macroagregados del floc, como alimento durante la primera alimentación de Bocachico *P. magdalenae*, es una alternativa viable para el manejo de esta etapa crítica en la producción de alevinos.

De acuerdo a estos resultados, se propone evaluar la producción de alevinos de bocachico de aproximadamente 2 cm de longitud, a partir de poslarvas alimentadas con dos tratamientos macro-agregados de floc (bioflóculos) a una concentración de 5 ml/l y mesocosmos, a una densidad de siembra de 25 larvas/litro.

Desarrollo de la Investigación

El proyecto se llevará a cabo en las instalaciones de la Estación Piscícola del Alto Magdalena (EPAM) de la AUNAP, localizada en el municipio de Gigante (Huila), con poslarvas de bocachico *Prochilodus magdalenae* obtenidas por reproducción artificial de reproductores mantenidos en cautiverio en la EPAM.

Para la preparación del Flóculo Bacteriano, se utilizarán bacterias nitrificantes, como inóculo inicial tomando una muestra de aproximadamente 600ml del fondo de una unidad productiva (estanque), para posteriormente diluirla con agua filtrada y depositarla en un tanque plástico con capacidad de 250 litros y acondicionado con aireación permanente. Adicionalmente se incluirá 1,5g de cloruro de amonio (NH_4Cl) y 3g de melaza por cada litro de agua, con el fin de aportar los nutrientes necesarios para el desarrollo de las bacterias que en conjunto con otros organismos conformarán el floc bacteriano. Se realizará la adición de 400g de concentrado en polvo al 45% para reforzar el sustrato, así mismo el control de la alcalinidad se manejará adicionando bicarbonato de sodio (NaHCO_3).

Para madurar el floc se requerirán aproximadamente entre 20 a 25 días, tiempo en el cual se controlarán parámetros de calidad de agua tales como concentración de amonio, nitritos y nitratos, basándose en la metodología expuesta por Kubitz (2011), en los que se establecen, valores ideales de alcalinidad (180.2 ± 0.5 mg CaCO_3/L), dureza total (252.1 ± 0.6 mg CaCO_3/L) y pH (7.5 ± 0.2).

Desde el día 13 de maduración del inóculo, se iniciará la toma de submuestras de aproximadamente 50ml, en diferentes puntos del tanque madre, se realizará la mezcla de las submuestras en un Erlenmeyer con capacidad de 250ml con el fin de homogenizar las muestras.

Para la cuantificación e identificación del plancton asociado a los macroagregados de floc se tomarán tres alícuotas de 1ml, se fijarán con solución Transeau., se colocarán en una cámara Segwick-Rafter y se analizarán en un microscopio de luz 10x y 40x. Para la identificación de especies de los diferentes grupos del plancton se realizarán microfotografías, con base en claves taxonómicas descritas por Streble & Krauter (1987), Yacubson (1969; 1972; 1974), Boltovskoy (1978), Balech (1988), Taylor (1976) & Vidal (1995).

La abundancia de microorganismos por grupo identificado, se determinará por la fórmula:

Abundancia = $((V_{cf}) (N_i)) / (V_{ti}) * V_c$; dónde:

V_{cf} : volumen de la concentración;

Ni: número de individuos contados;

Vti: volumen total inicial;

Vc: volumen de la muestra contado.

El sistema de mesocosmos en manejo de instalaciones cerradas, consiste en el manejo y control de la calidad de agua de muestras obtenidas en estanques maduros y con notable presencia de fito y zooplancton, obteniendo muestras de agua para que sirvan de inóculo en tanques plásticos de 4000 litros, a los cuales se les aportará harina de pescado en relación de 1kg, así mismo fertilizantes orgánicos tales como bovinaza a razón de 4kg, gallinaza compostada 2,5kg adicionalmente fertilizantes inorgánicos DAP, REMITAL 600g respectivamente, se agregará también 20 gramos de concentrado en polvo al 45% diariamente. Los tanques plásticos serán acondicionados con aireación permanente durante un periodo no menor a 25 días previos a la obtención de larvas de las especies a evaluar.

Para la formación del Mesocosmos, el plancton se coleccionará en los estanques de cultivo de la EPAM utilizando una red de 200 micras, a través de la cual se filtrará 50 l de agua que se concentrarán inicialmente a 500 ml. Una parte de la muestra se fijará en formol al 3% para la determinación de los microorganismos presentes y la otra parte servirá para aislar los organismos de interés a través de varias diluciones. Luego del aislamiento de los organismos se preparará el inóculo en volúmenes crecientes hasta alcanzar los 1000 litros con el cual se llevará el cultivo a volumen definitivo de 3800 litros. Los inóculos de interés serán microalgales, rotíferos, copépodos y cladóceros (*Brachionus*, *Keratella*). Se medirán diariamente por un periodo de maduración de 25 días, parámetros como temperatura, oxígeno, pH, transparencia y/o turbidez.

El registro de factores abióticos (nivel de nutrientes, temperatura y luz) y las condiciones bióticas (producción de fitoplancton y copépodos, predadores, ciclo bacterial, regeneración de nutrientes de los copépodos y/o postlarvas), permitirán determinar el momento ideal de siembra de las larvas de las especies a evaluar, por eso la necesidad de iniciar la maduración con tiempo previo.

Transcurridas 24 horas post eclosión las larvas de bocachico, se expondrán a unidades experimentales en el estudio comparativo entre biofloc y mesocosmos; las unidades experimentales y/o replicas a utilizar son tanques plásticos negros circulares de 4.000 litros.

Iniciando y finalizando de la fase de larvicultura se realizará un muestreo biométrico en cada una de las unidades del tratamiento, tomando una muestra representativa de la población (10%). De cada individuo se tomarán medidas de longitud total (Lt) (cm) y el peso total (Wt) (g); para la medición de longitud total (Lt), se utilizará un analizador de imágenes y para la estimación del peso se utilizará una balanza analítica.

Con los valores promedios de peso y longitud por unidad experimental se estimará la ganancia en peso dado por $G_p = P_f - P_i$, donde:

- P_f =Peso final (g) y P_i = Peso inicial(g)

- Ganancia en longitud total dado por:
- $GI = L_{tf} - L_{ti}$, donde:
- L_{tf} = longitud total final y L_{ti} = Longitud total inicial
- La sobrevivencia estará dada por:
- $\text{Sobrevivencia (\%)} = \frac{\text{No larvas sembradas}}{\text{No alevinos cosechados}} (\%)$

Alcances

1. Implementación unidades de producción de flóculos bacterianos (Biofloc) y de mesocosmos.
 - Adquisición de insumos y materiales.
 - Inoculación, maduración, producción de flóculos bacterianos (Biofloc)
 - Toma de muestra, aislamiento, fijación muestras para evaluación, preparación del inóculo en volúmenes crecientes de mesocosmos.
 - Control de parámetros fisicoquímicos registro de factores abióticos (nivel de nutrientes, temperatura y luz) y las condiciones bióticas (producción de fitoplancton y copépodos, predadores, ciclo bacterial, regeneración de nutrientes de los copépodos y/o postlarvas).
2. Implementación y puesta en operación unidades experimentales de los tratamientos,
 - Adquisición de materiales e implementación y puesta en operación unidades experimentales de los tratamientos.
 - Muestreos quincenales para colecta Información parámetros técnicos de los tratamientos con dos tratamientos de alimentación flóculos bacterianos (Biofloc) y mesocosmos a una densidad de siembra de 25 larvas/litro.
3. Procesar y analizar de información de parámetros técnicos de producción.
 - Tabulación y procesamiento de información.
 - Elaboración de informes técnicos de avance
 - Elaboración de informe final técnico y económico
 - Socialización de resultados a comunidad y entidades

Resultados Esperados

- Evaluación de parámetros técnicos (ganancia en peso (G_p), ganancia en longitud (GI), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S)) de la producción de alevinos de Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) con dos tratamientos de alimentación flóculos bacterianos (Biofloc) y mesocosmos a una densidad de siembra de 25 larvas/litro.
- Evaluación de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) de la producción de alevinos de Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), con dos tratamientos de alimentación flóculos bacterianos (Biofloc) y mesocosmos a una densidad de siembra de 25 larvas/litro.
- Informe final y un artículo científico con normas APA, para ser publicados por parte de la AUNAP y además realizar difusión de la investigación realizada.

Para ello se requiere contratar con los servicios de un profesional y un técnico en acuicultura, que se encarguen del proceso de la investigación y resultados por seis (6) meses y que tengan su sede de trabajo la Estación Piscícola del Alto Magdalena de la AUNAP en Gigante Huila.

Igualmente deberán ajustarse al presupuesto consignado en la tabla a continuación, que es la propuesta efectuada por los funcionarios de la AUNAP.

Obligaciones:

Obligación 1. Implementar unidades de producción de flóculos bacterianos (Biofloc) y de mesocosmos.

Obligación 2. Implementar y poner en operación unidades experimentales para la producción de alevinos de bocachico (*Prochilodus magdalenae*) de aproximadamente 2 cm de longitud, con dos (2) tratamientos de alimentación flóculos bacterianos (Biofloc) y mesocosmos a una densidad de siembra de 25 larvas/l de los tratamientos.

Obligación 3. Realizar muestreos quincenales para colecta Información parámetros biológicos, longitud total y estándar (cm), peso de los tratamientos.

Obligación 4. Procesar y analizar la información obtenida de parámetros técnicos (ganancia en peso (Gp), ganancia en longitud (Gl), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S) de los tratamientos evaluados.

Obligación 5. Procesar y analizar la información de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) de los tratamientos evaluados.

Obligación 6. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 5. Evaluación de la producción de alevinos de capaz (*Pimelodus grosskopfii*) de aproximadamente 2 cm de longitud, a partir de poslarvas alimentadas con dos tratamientos macro-agregados de floc (bioflóculos) a una concentración de 5 ml/l y mesocosmos, a una densidad de siembra de 25 larvas/l.

El capaz (*Pimelodus grosskopfii*) es una especie omnívora con preferencia por insectos, macro invertebrados y larvas de peces (Villa-Navarro y Losada-Prada, 1999). Por la calidad de su carne tiene una alta aceptación a nivel comercial, lo cual la hace una especie interesante para producir comercialmente. Las investigaciones de capaz (*Pimelodus grosskopfii*) en Colombia, se han desarrollado en torno a evaluaciones sobre aspectos generales de su biología (Cala et al., 1996; Cala, 1997; Valbuena-Villarreal et al., 2012a), experimentos de reproducción inducida (Valbuena-Villarreal et al., 2010) y sobre la primera alimentación (Valbuena-Villarreal et al., 2012b; Valbuena-Villarreal et al., 2013), por lo tanto, su rendimiento bajo determinadas condiciones de cultivo en estanques, aún se desconoce.

En la Estación Piscícola del Alto Magdalena EPAM, se han realizado reproducciones de capaz (*Pimelodus grosskopfii*), obteniendo alevinos, sin embargo, se presentan altas mortalidades en la etapa de poslarvas a alevino, de allí la necesidad de adelantar esta investigación con miras aumentar la sobrevivencia para la producción de alevinos con fines de repoblamiento y para evaluar el potencial de esta especie en mono o policultivo como especie secundaria, teniendo en cuenta su alto valor comercial.

Desarrollo de la Investigación

El proyecto se llevará a cabo en las instalaciones de la Estación Piscícola del Alto Magdalena (EPAM) de la AUNAP, con poslarvas de capaz (*Pimelodus grosskopfii*) obtenidas por reproducción artificial de reproductores mantenidos en cautiverio en la EPAM.

De acuerdo a estos resultados, se propone evaluar la producción de alevinos de capaz (*Pimelodus grosskopfii*) de aproximadamente 2 cm de longitud, a partir de poslarvas alimentadas con dos tratamientos macro-agregados de floc (bioflóculos) a una concentración de 5 ml/l y mesocosmos, a una densidad de siembra de 25 larvas/litro.

Para la preparación del Flóculo Bacteriano, se utilizarán bacterias nitrificantes, como inóculo inicial tomando una muestra de aproximadamente 600ml del fondo de una unidad productiva (estanque), para posteriormente diluirla con agua filtrada y depositarla en un tanque plástico con capacidad de 250 litros y acondicionado con aireación permanente. Adicionalmente se incluirá 1,5g de cloruro de amonio (NH_4Cl) y 3g de melaza por cada litro de agua, con el fin de aportar los nutrientes necesarios para el desarrollo de las bacterias que en conjunto con otros organismos conformarán el floc bacteriano. Se realizará la adición de 400g de concentrado en polvo al 45% para reforzar el sustrato, así mismo el control de la alcalinidad se maneja adicionando bicarbonato de sodio (NaHCO_3).

Para madurar el floc se requerirán aproximadamente entre 20 a 25 días, tiempo en el cuál se controlarán parámetros de calidad de agua tales como concentración de amonio, nitritos y nitratos, basándose en la metodología expuesta por Kubitza (2011), en los que se establecen, valores ideales de alcalinidad (180.2 ± 0.5 mg CaCO_3/L), dureza total (252.1 ± 0.6 mg CaCO_3/L) y pH (7.5 ± 0.2).

Desde el día 13 de maduración del inóculo, se iniciará la toma de submuestras de aproximadamente 50ml, en diferentes puntos del tanque madre, se realizará la mezcla de las submuestras en un Erlenmeyer con capacidad de 250ml con el fin de homogenizar las muestras.

Para la cuantificación e identificación del plancton asociado a los macroagregados de floc se tomarán tres alícuotas de 1ml, se fijarán con solución Transeau., se colocarán en una cámara Segwick-Rafter y se analizarán en un microscopio de luz con PROYECTOs entre 10x y 40x. Para la identificación de especies de los diferentes grupos del plancton se realizarán microfotografías,

con base en claves taxonómicas descritas por Streble & Krauter (1987), Yacubson (1969; 1972; 1974), Boltovskoy (1978), Balech (1988), Taylor (1976) & Vidal (1995).

La abundancia de microorganismos por grupo identificado, se determinará por la fórmula:

Abundancia = $((V_{cf})(N_i))/(V_{ti}) * V_c$; dónde:

V_{cf} : volumen de la concentración;

N_i : número de individuos contados;

V_{ti} : volumen total inicial;

V_c : volumen de la muestra contado.

El sistema de mesocosmos en manejo de instalaciones cerradas, consiste en el manejo y control de la calidad de agua de muestras obtenidas en estanques maduros y con notable presencia de fito y zooplankton, obteniendo muestras de agua para que sirvan de inóculo en tanques plásticos de 4000 litros, a los cuales se les aportará harina de pescado en relación de 1kg, así mismo fertilizantes orgánicos tales como bovinaza a razón de 4 kg, gallinaza compostada 2,5kg adicionalmente fertilizantes inorgánicos DAP, REMITAL 600g respectivamente, se agregará también 20 gramos de concentrado en polvo al 45% diariamente. Los tanques plásticos serán acondicionados con aireación permanente durante un periodo no menor a 25 días previos a la obtención de larvas de las especies a evaluar.

Para la formación del Mesocosmos, el plancton se colectará en los estanques de cultivo de la EPAM utilizando una red de 200 micras, a través de la cual se filtrará 50 l de agua que se concentraran inicialmente a 500 ml. Una parte de la muestra se fijará en formol al 3% para la determinación de los microorganismos presentes y la otra parte servirá para aislar los organismos de interés a través de varias diluciones. Luego del aislamiento de los organismos se preparará el inóculo en volúmenes crecientes hasta alcanzar los 1000 litros con el cual se llevará el cultivo a volumen definitivo de 3800 litros. Los inóculos de interés serán microalgales, rotíferos, copépodos y cladóceros (*Brachionus*, *Keratella*). Se medirán diariamente por un periodo de maduración de 25 días, parámetros como temperatura, oxígeno, pH, transparencia y/o turbidez.

El registro de factores abióticos (nivel de nutrientes, temperatura y luz) y las condiciones bióticas (producción de fitoplancton y copépodos, predadores, ciclo bacterial, regeneración de nutrientes de los copépodos y/o postlarvas), permitirán determinar el momento ideal de siembra de las larvas de las especies a evaluar, por eso la necesidad de iniciar la maduración con tiempo previo.

Transcurridas 24 horas post eclosión las larvas de capaz, se expondrían a unidades experimentales de los tratamientos en los cuales se evaluaría el efecto del fototropismo negativo sobre el mesocosmos y la supervivencia de larvas, así como su ganancia de talla y peso; las unidades experimentales y/o replicas a utilizar son tanques plásticos negros circulares de 4.000 litros.

Iniiciando y finalizando de la fase de larvicultura, se realizará un muestreo biométrico en cada una de las unidades del tratamiento, tomando una muestra representativa de la población (10%). De cada individuo se tomarán medidas de longitud total (Lt) (cm) y el peso total (Wt) (g); para la medición de Longitud Total (Lt), se utilizará un analizador de imágenes y para la estimación del peso se utilizará una balanza analítica.

Con los valores promedios de peso y longitud por unidad experimental se estimará la ganancia en peso dado por $G_p = P_f - P_i$, donde:

- P_f =Peso final (g) y P_i = Peso inicial(g)
- Ganancia en longitud total dado por:
- $G_l = L_{tf} - L_{ti}$, donde:
- L_{tf} = longitud total final y L_{ti} = Longitud total inicial
- La sobrevivencia estará dada por:
- $\text{Sobrevivencia (\%)} = \frac{\text{No larvas sembradas}}{\text{No alevinos cosechados}} (\%)$

Alcances

1. Implementación unidades de producción de flóculos bacterianos (Biofloc) y de mesocosmos.
 - Adquisición de insumos y materiales.
 - Inoculación, maduración, producción de flóculos bacterianos (Biofloc)
 - Toma de muestra, aislamiento, fijación muestras para evaluación, preparación del inóculo en volúmenes crecientes de mesocosmos.
 - Control de parámetros fisicoquímicos registro de factores abióticos (nivel de nutrientes, temperatura y luz) y las condiciones bióticas (producción de fitoplancton y copépodos, predadores, ciclo bacteriano, regeneración de nutrientes de los copépodos y/o postlarvas),
2. Implementación y puesta en operación unidades experimentales de los tratamientos,
 - Adquisición de materiales e implementación y puesta en operación unidades experimentales de los tratamientos.
 - Muestreos quincenales para colecta información parámetros técnicos de los tratamientos.
3. Procesar y analizar de información de parámetros técnicos de producción.
 - Tabulación y procesamiento de información.
 - Elaboración de informes técnicos de avance
 - Elaboración de informe final técnico y económico
 - Socialización de resultados a comunidad y entidades

Resultados Esperados

- Evaluación de parámetros técnicos (ganancia en peso (G_p), ganancia en longitud (G_l), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S) de la producción de alevinos de capaz (*Pimelodus grosskopfii*), con dos tratamientos de alimentación flóculos bacterianos (Biofloc) y mesocosmos a una densidad de siembra de 25 larvas/litro.

- Evaluación de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) ganancia en longitud (GI), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S) de la producción de alevinos de capaz (*Pimelodus grosskopfii*), con dos tratamientos de alimentación flóculos bacterianos (Biofloc) y mesocosmos a una densidad de siembra de 25 larvas/litro.
- Informe final y un artículo científico con normas APA, para ser publicados por parte de la AUNAP y además realizar difusión de la investigación realizada.

Para ello se requiere contratar con los servicios de un profesional y un técnico en acuicultura, que se encarguen del proceso de la investigación y resultados por seis (6) meses y que tengan su sede de trabajo la Estación Piscícola del Alto Magdalena de la AUNAP en Gigante Huila.

Igualmente, en el desarrollo del proyecto de investigación, tendrá participación un profesional y un técnico de la AUNAP – EPAM.

Presupuestalmente, para la operación del proyecto, deberán ajustarse al presupuesto consignado en la tabla a continuación, que es la propuesta efectuada por los funcionarios de la AUNAP.

Obligaciones:

Obligación 1. Implementar unidades de producción de flóculos bacterianos (Biofloc) y de mesocosmos.

Obligación 2. Implementar y poner en operación unidades experimentales para la producción de alevinos de capaz (*Pimelodus grosskopfii*) de aproximadamente 2 cm de longitud, con dos (2) tratamientos de alimentación flóculos bacterianos (Biofloc) y mesocosmos a una densidad de siembra de 25 larvas/l de los tratamientos.

Obligación 3. Realizar muestreos quincenales para colecta Información parámetros técnicos de los tratamientos.

Obligación 4. Procesar y analizar la información obtenida de parámetros técnicos (ganancia en peso (Gp), ganancia en longitud (GI), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S)) de los tratamientos evaluados, para la producción de alevinos de capaz (*Pimelodus grosskopfii*).

Obligación 5. Procesar y analizar la información de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) de los tratamientos evaluados, para la producción de alevinos de capaz (*Pimelodus grosskopfii*).

Obligación 6. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 6. Diseño y evaluación de modelos de BIOFLOC o ACUAPONIA a escala familiar, para levante y engorde de peces, para producción de peces ornamentales, asociados al cultivo de plantas para consumo humano como alternativa productiva y de seguridad alimentaria para pequeños productores rurales o urbanos en el altiplano Cundiboyacense, en las instalaciones que se tienen en la Universidad Nacional de Bogotá.

Según Timmons y Ebeling (2010) y Neil (2000), los sistemas de recirculación de agua (RAS) o de cero recambio (ZEAH) son las mejores alternativas para la acuicultura moderna. Boyd y McNevin

(2015) señalan que tales sistemas permiten mayor producción por volumen y mejoran la eficiencia del uso del agua. Son útiles en regiones con poca disponibilidad del recurso y en áreas donde no hay tierra para estanques o su adquisición es muy costosa. Lucas y Southgate (2012) incorporan el término "acuicultura del desierto" que es la producción acuícola en zonas áridas o con pobre suministro de agua, en las que gracias a las tecnologías sostenibles se puede realizar acuicultura. Adicionalmente, tales sistemas minimizan las emisiones contaminantes en los efluentes y permiten que se implementen sistemas de bioseguridad que garanticen la inocuidad del producto final (Summerfelt y Vinci, 2008) y es importante señalar que en los RAS y ZEAH se pueden manejar varias alternativas para el uso racional del agua, como la acuaponía y la tecnología de biofloc (BFT).

La presente propuesta ha sido liderada por los directores de los grupos de investigación UN-ACUICULTIO y de FISIOLÓGIA DE PECES de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Con base en lo anterior, proponen el montaje de un Sistema de Recirculación de Agua en la Universidad Nacional de Colombia, que pueda servir para el montaje de pruebas de Acuaponía y BFT.

La Universidad nacional propone aportes en recursos de contrapartida en especie correspondiente a recurso humano (horas de los docentes), 120 m² de un invernadero techado con acceso a agua potable y electricidad. Para el desarrollo del proyecto se contará adicionalmente con estudiantes de la carrera de Zootecnia, de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Agrícola, los cuales podrán desarrollar sus trabajos de grado en los sistemas a instalar.

Una vez instalado el RAS, se implementará un sistema acuapónico que constará de cuatro modelos de producción de peces ornamentales del grupo de los ciprínidos (koi, goldfish y bailarinas) asociados al cultivo de plantas para consumo humano (p.e. cebollín, fresas, tomillo, perejil, limonaria, cilantro hierbabuena o albahaca, entre otras). Se busca generar sistemas de producción acuícola sostenible, que como se mencionó, hoy en día han cobrado gran vigencia dentro de la comunidad internacional.

Por otro lado, se establecerán varias unidades, en las que se podrán implementar pruebas y ensayos de biofloc (BFT), tendientes a desarrollar un sistema piloto de levante y engorde de peces ornamentales (ciprínidos) con cero recambio de agua y con disminución en el uso del alimento concentrado y el tiempo de obtención del producto final.

Los sistemas diseñados de acuerdo a como se propone por los investigadores de la U.N., se instalarán en el área de invernaderos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, en donde ya se cuenta con un área de 120 metros cuadrados, los cuales actualmente están siendo adecuados para el montaje de las unidades propuestas, las cuales pretenden ser un modelo de acuicultura urbana familiar, que pueda ser implementada por productores a pequeña escala. De hecho, la unidad quedará abierta a la comunidad que desee visitarla y/o capacitarse en los procesos que sean implementados en la misma.

Se requiere para el desarrollo de la investigación lo siguiente:

1. Implementar y estabilizar un Sistema de Recirculación de Agua (RAS) para Acuaponía y de BIOFLOC

Los sistemas diseñados se implementarán en el área de invernaderos de la facultad de Ciencias Agrarias, en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, donde ya se cuenta con un área de 120 metros cuadrados techados, con plástico transparente de 5 milímetros, estructura en metal, con techo a dos aguas y piso en gravilla

Los sistemas estarán distribuidos en el espacio del invernadero, permitiendo que no exista una interacción entre ellos y respetando las condiciones sanitarias y de bioseguridad. Se incluirá adicionalmente un tanque de reserva, área de almacenamiento, semillero y un área de biometría y de manejo. A continuación se presenta la descripción de cada uno de los sistemas.

- A. SISTEMA DE BIOFLOC:** comprenderá un área de 23 metros cuadrados, compuesto por 9 tanques, cada uno de 500 litros de capacidad y conectados con un sistema de aireación lineal; estos tanques serán manejados en módulos de tres, para realizar futuros estudios comparativos.
- B. SISTEMAS ACUAPÓNICOS:** Teniendo en cuenta lo recomendado por Carneiro et al (2015), serán instalados 4 diseños de sistemas acuapónicos, cada uno con diferentes medidas y disposiciones para sus respectivas comparaciones:
 - 1. **Sistema de acuaponía en barriles compactos:** compuesto por 4 barriles, cada uno de 208 litros, en un área aproximada de 3 metros cuadrados. Cada tanque con una bomba propia asegurando su individualidad.
 - 2. **Sistema de acuaponía en tanque compacto:** compuesto por un tanque cuadrado de 1 metro cúbico, en un área de 1 metro cuadrado.
 - 3. **Sistema de acuaponía familiar:** el sistema cuenta con un área aproximada de 3,5 metros cuadrados, constituido de un tanque bajito de 1000 litros, un filtro biológico de 208 litros, un sedimentador de 37 litros y 3 niveles en canastilla para las plantas.
 - 4. **Sistema de acuaponía comercial:** Con un área aproximada de 4 metros cuadrados, conformado por un tanque cúbico de 1000 litros, un filtro biológico de 190 litros, un sedimentador de 190 litros y cuatro líneas en tubo PVC de 3 " para el soporte vegetal.

Áreas complementarias:

Área de bodega: Con un área correspondiente de 2 metros cuadrados, para el almacenamiento de fertilizantes, herramientas y las fuentes de carbohidrato respectivas del biofloc. **Área de cuarentena:** Cuenta con un área de 5 metros cuadrados, con 3 tanques de 500 litros y su respectiva de aireación, sin ninguna conexión entre ellos. **Área de para manejo, biometría y toma de muestras:** Con un área de 10,5 metros cuadrados para la toma de biometría animales y vegetales para su respectivo análisis. **Área de reserva de agua:** Tanque de 2000 litros, con su respectiva llave de paso en la parte inferior, en la cual reposará el agua antes de ser suministrada a los demás tanques del invernadero. Estos sistemas serán montados y

estabilizados durante un tiempo de 3 meses, donde se presentarán los respectivos informes parciales (registro fotográfico y escrito) del componente económico y técnico de los sistemas.

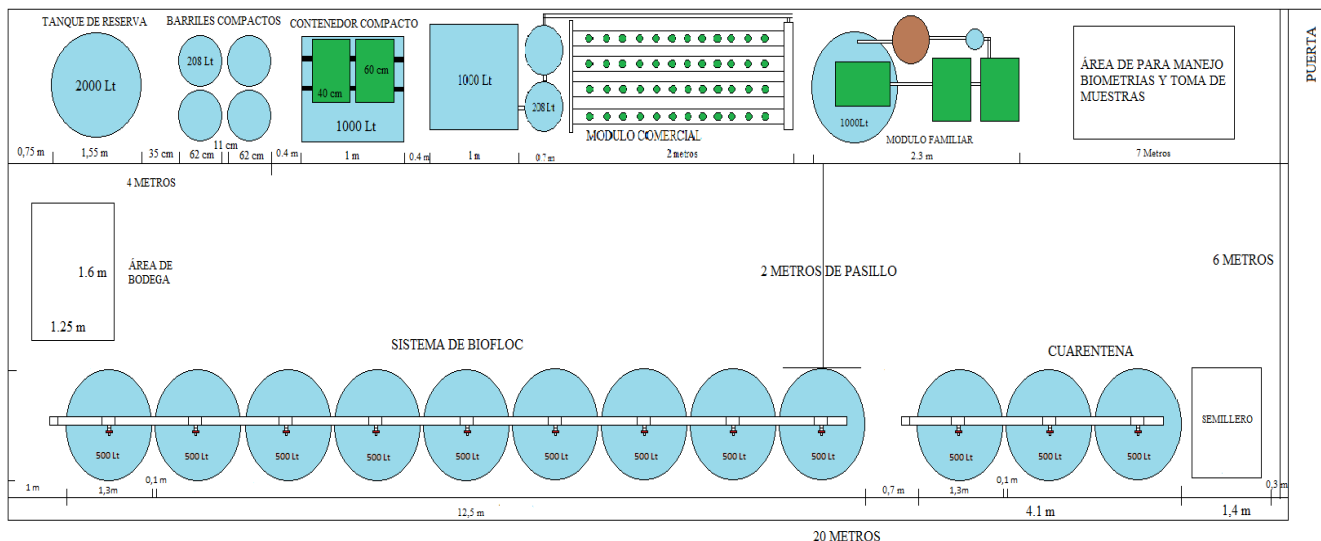


Figura 2. Representación esquemática de la distribución de los sistemas Acuapónicos y Biofloc en el

Levante y engorde de ciprínidos ornamentales en sistema BIOFLOC.

El sistema estará compuesto por 9 tanques, cada uno de 500 litros de capacidad y conectados con un sistema de aireación en el que se utilizarán 1,5 metros cúbicos para cada especie ornamental (3 tanques por especie), con una biomasa de 12 kilogramos de peso vivo por metro cúbico, tanto para bailarinas como goldfish y 15 kilogramos de peso vivo por metro cúbico en carpa Koi. Lo anterior permitirá realizar un diseño completamente al azar de 3 tratamientos con 3 réplicas, en el que se evaluarán parámetros zootécnicos de los peces (ganancia de peso, conversión alimenticia, tasa de crecimiento específico, tasa de eficiencia proteica, sobrevivencia), presentando de igual manera un registro fotográfico, informes de seguimiento de parámetros de calidad de agua y las respectivas biometrías de los peces.

Levante y engorde de ciprínidos ornamentales en sistemas ACUAPÓNICOS.

Los sistemas diseñados contarán con diferentes medidas y diseños, los que se estudiarán individualmente de acuerdo a su condición específica. Se evaluarán parámetros zootécnicos de los peces (ganancia de peso, conversión alimenticia, tasa de crecimiento específico, tasa de eficiencia proteica, sobrevivencia), así como la biomasa vegetal producida respectivamente en cada uno de los sistemas de acuaponía, presentando un seguimiento técnico y económico de los animales, las plantas y la calidad de agua.

Condiciones específicas de los sistemas de Acuaponía:

Sistema de acuaponía en barriles compactos: Cada barril va a poseer material vegetal y animal diferente, con 150 litros disponibles para los peces y 40 litros para las plantas. El primer barril con una carga de 1,8 kilogramos en bailarinas, con 10 plántulas de tomillo en sustrato de arlita; el segundo con 1,8 kilogramos en goldfish, con 10 plántulas de albahaca; el tercero con 1,8 kilogramos en goldfish y bailarinas con 10 plántulas de limonaria y el cuarto tanque con 2,3 kilogramos de carpa Koi con 10 plántulas de hierbabuena.

Sistema de acuaponía en tanque compacto: Con una biomasa de carpas Koi de 15 kilogramos para el sistema y 40 plántulas de tomillo y hierbabuena en sustrato de arlita.

Sistema de acuaponía familiar: Este subsistema contará con biomasa de 15 kilogramos en carpa Koi, un sedimentador de 200 litros, un filtro biológico y 3 niveles diferentes para las plantas; el primero en sustrato de arlita con 20 plántulas de limonaria; el segundo con 20 plántulas de cebollín en sustrato de arlita y el tercer nivel con 20 plántulas de cilantro suspendidas con base de icopor.

Sistema de acuaponía comercial: Este subsistema estará constituido por una concentración de 15 kilogramos en bailarinas y goldfish, con un filtro biológico y un sedimentador cada uno de 190 litros conectados con cuatro líneas en tubo PVC de 3 pulgadas para el soporte de 100 plántulas de fresa y perejil.

Evaluación de la factibilidad técnica y económica para la producción de ciprínidos ornamentales para pequeños productores del área urbana o rural del altiplano Cundiboyacense.

Para verificar la factibilidad de los sistemas es necesario tener en cuenta algunos aspectos como el correcto funcionamiento tanto del producto como del servicio, las escalas de producción (si es posible aumentar o reducir la producción), las facilidades que le brinda al productor y el consumidor como también una justificación de la inversión realizada en comparación de la ganancia que esta generará. Para cumplir este PROYECTO se realizará la simulación de la factibilidad técnica y económica (una para BIOFLOC y otra para ACUAPONÍA) en planillas de Excel, considerando las variables fijas como también las irregulares, tanto de los ingresos y egresos demostrando la utilidad final del proyecto.

Resultados Esperados

- Implementar un sistema de Acuaponía y de Biofloc, con parámetros de calidad de agua estabilizados
- Obtención de peces con tamaño comercial obtenidos en unidades de BIOFLOC y evaluación de los costos de producción
- Obtención de peces con tamaño comercial y vegetales provenientes de los sistemas ACUAPÓNICOS y evaluar costos de producción
- Realizar un análisis técnico y económico de la producción de ciprínidos ornamentales en sistemas BIOFLOC o ACUAPÓNICO
- Informe final, artículo científico y socialización de resultados

Evaluación de modelos a escala familiar de levante y engorde de peces en sistemas BIOFLOC o ACUAPONIA, como alternativa productiva y de seguridad alimentaria para pequeños productores rurales o urbanos en el altiplano Cundiboyacense

Obligaciones:

Obligación 1. Implementar y estabilizar un Sistema de Recirculación en Acuicultura (RAS) para el desarrollo de 4 diseños de cuatro sistemas acuapónicos en barriles compactos compuesto por 4 barriles, cada uno de 208 litros.

Obligación 2. Implementar y estabilizar un Sistema de Biofloc, compuesto por 9 tanques, cada uno de 500 litros de capacidad y conectados con un sistema de aireación línea.

Obligación 3. Poner en operación unidades experimentales de sistema de Acuaponía en barriles compactos de 208 l, con las siguientes cargas o biomasa final: 1,8 kg de bailarinas, con 10 plántulas de tomillo en sustrato de arlita; 1,8 kg de goldfish con 10 plántulas de albahaca; 1,8 kg de goldfish y bailarinas con 10 plántulas de limonaria y 2,3 kg de carpa Koi con 10 plántulas de hierbabuena, y en un tanque compacto de 1 m³ con carga de 15 kg de carpas Koi y 40 plántulas de tomillo y hierbabuena en sustrato de arlita.

Obligación 4. Poner en operación unidades experimentales de sistema de acuaponía familiar, un tanque bajito de 1.000 l, un filtro biológico de 208 l, un sedimentador de 37 l y 3 niveles en canastilla para las plantas, con carga de 15 kg de carpa Koi, en tres ensayos con sustrato de arlita con 20 plántulas de limonaria y 20 plántulas de cebollín, y 20 plántulas de cilantro suspendidas con base de icopor.

Obligación 5. Poner en operación unidades experimentales de sistema de acuaponía en una área de 4 m² (tanque de 1.000l, un filtro biológico de 190 litros, un sedimentador de 190 litros y cuatro líneas en tubo pvc de 3”), para evaluar la Carga de 15 kg de bailarinas y goldfish y 100 plántulas de fresa y perejil.

Obligación 6. Poner en operación unidades experimentales de sistema biofloc para evaluar el levante y engorde de ciprínidos ornamentales con una biomasa de 12 kg/m³, tanto para bailarinas como goldfish y 15 kg de biomasa/m³ de carpa Koi, en un diseño completamente al azar de 3 tratamientos con 3 réplicas.

Obligación 7. Evaluar parámetros zootécnicos de los peces (ganancia de peso, conversión alimenticia, tasa de crecimiento específico, tasa de eficiencia proteica, sobrevivencia).

Obligación 8. Procesar y analizar la información de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) de los tratamientos evaluados.

Obligación 9. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 7: Validación técnica y económica del cultivo de la dorada *Brycon moorei*, en la Ciénaga de Chucurí, con la comunidad de pescadores de la ciénaga de Chucurí – ASOPESCHUCURI.

Históricamente, la piscicultura colombiana se ha basado, en principio, en la producción de tres especies, la tilapia *Oreochromis* sp, la cachama *Piractus brachypomus* y la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*. Sin embargo existe motivación para estudiar la explotación a nivel comercial de otras especies que probablemente puedan ofrecer características zootécnicas de interés como es el caso de algunas especies del género *Brycon*.

La dorada *Brycon moorei* (Steindachner, 1878) es un pez nativo de la cuenca del río Magdalena que ha sido reproducido en cautiverio desde hace décadas y que ha adquirido importancia comercial debido a su tamaño, rápido crecimiento, alimentación omnívora, aceptación de alimentos artificiales, tanto vegetales como animales; cultura de consumo de su carne, especialmente en las zonas ribereñas y por ser excelente pez deportivo atractivo para la industria del pesque y pague (Atencio-García, 2001; Maldonado, et al., 2005).

Dada la actual problemática del sector pesquero en la cuenca del río Magdalena como es la disminución de las capturas, se hace necesaria la implementación de proyectos, dirigidos a generar información y el fortalecimiento de los procesos investigativos de producción de alevinos de especies nativas de importancia económica y ecológica, bien sea para repoblamiento o cultivo como alternativa productiva con miras a disminuir el impacto y por tanto la sostenibilidad de la actividad pesquera.

Desarrollo de la Investigación

Se plantea este proyecto de investigación en el cultivo de especies nativas dulce acuícolas, como alternativa productiva para pescadores artesanales o pequeños piscicultores, por esto se propone la “*Evaluación técnica y económica del cultivo de Dorada a tres (3) capacidades de carga final esperada de 20, 30 y 40 kg/ m³ en jaulas como alternativa productiva para la pesca artesanal en la ciénaga de Chucurí*”, con miras a definir la unidad técnica y económica viable.

Los parámetros técnicos de cultivo son:

- Capacidad de Carga Cosecha Esperada: T1: 20 k/m³, T2: 30 k/m³, T3: 40K/m³
- Volumen de Cultivo/Jaula: 18 m³
- No de Jaulas/Tratamiento: 2
- Peso de Siembra: 2 – 3 gramos
- Peso Promedio de Cosecha/ejemplar: 450 gramos
- % Supervivencia: 90%
- Índice Conversión Alimenticia (ICA): 1,5
- Pérdida Eviscerado: 14%

Por lo anterior, el requerimiento de alevinos y concentrado, para cada tratamiento son:

Tratamiento T1: 20 k/m³

- Alevinos: 1.780
- Bultos de Concentrado (40 kilos): 27 (M38%: 4, M32%: 11, M24%: 12)

Tratamiento T2: 30 k/m³

- Alevinos: 2.670
- Bultos de Concentrado (40 kilos): 40 (M38%: 6, M32%: 16, M24%: 18)

Tratamiento T3: 40 k/m³

- Alevinos: 3.560
- Bultos de Concentrado (40 kilos): 54 (M38%: 8, M32%: 22, M24%: 24)

Para el ajuste de la alimentación y muestreo de longitud total y peso, quincenalmente, se muestrearán 100 ejemplares por tratamiento, en forma alterna de cada jaula, utilizando un tranquilizante para evitar el stress y muerte de ejemplares, utilizando un ictiómetro (0,1 cm) y balanza con 0,1 gramo de precisión.

Alcances

1. Implementar unidades de producción y recolectar la información de parámetros técnicos de producción de los tratamientos a evaluar.
 - Socialización de las actividades a desarrollar
 - Adquisición de materiales e implementación y puesta en operación unidades experimentales de los tratamientos
 - Talleres de capacitación para toma de información parámetros técnicos y fisicoquímicos calidad de agua.
 - Adquisición de insumos (alevinos, concentrado)
 - Muestreos quincenales para colecta Información parámetros técnicos de los tratamientos.
2. Procesar y analizar de información de parámetros técnicos de producción.
 - Tabulación y procesamiento de información.
 - Elaboración de informes técnicos de avance
 - Elaboración de informe final técnico y económico
 - Socialización de resultados a comunidad y entidades

Resultados esperados:

- Evaluación de parámetros técnicos (ganancia en peso (Gp), ganancia en longitud (Gl), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S)) del cultivo de Dorada a tres (3) capacidades de carga esperada de 20, 30 y 40 kg/ m³ en jaulas.
- Evaluación de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) del cultivo de Dorada a tres (3) capacidades de carga esperada de 20, 30 y 40 kg/ m³ en jaulas, para definir la unidad mínima sostenible, como alternativa productiva
- Informe final y un artículo científico con normas APA, para ser publicados por parte de la AUNAP y además realizar difusión de la investigación realizada.

Para ello se contará con un profesional y un técnico en acuicultura de la Regional Barrancabermeja AUNAP, que se encargarán del proceso de la investigación y resultados durante un período estimado de seis (6) meses y que tienen su sede en el municipio de Barrancabermeja.

Presupuestalmente, para la operación del proyecto, deberán ajustarse al presupuesto consignado en la tabla a continuación, que es la propuesta efectuada por los funcionarios de la AUNAP, quedando especificado un rubro de Viáticos y Gastos de Viaje para el desplazamiento Ensamble y construcción de jaulas, muestreos, toma de información parámetros y ajuste de alimentación

Obligaciones:

Obligación 1. Socializar de las actividades a desarrollar a la comunidad y seleccionar al personal de pescadores de la ciénaga de Chucurí para el proceso de manejo del cultivo.

Obligación 2. Adquirir de materiales e implementar la unidad de evaluación en jaulas compuesta por seis (6) jaulas de engorde de 3 m X 6 m X 1,5 m de ojo de malla de $\frac{3}{4}$ " y dos (2) de levante de 3 m X 1 m X 1,3 m de $\frac{1}{2}$ " de ojo de malla y con estructura flotante en PVC Sanitaria de 6" y 4".

Obligación 3. Poner en operación unidades experimentales original y una réplica con capacidades de carga o biomasa final esperada de 20, 30 y 40 kg/ m³.

Obligación 4. Capacitar al personal seleccionado de la comunidad en el manejo del cultivo (alimentación) y toma de parámetros biológicos y fisicoquímicos de calidad de agua.

Obligación 5. Realizar muestreos quincenales para colecta Información parámetros técnicos de los tratamientos.

Obligación 6. Procesar y analizar la información obtenida de parámetros técnicos (ganancia en peso (Gp), ganancia en longitud (Gl), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S)) de los tratamientos evaluados.

Obligación 7. Procesar y analizar la información de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) de los tratamientos evaluados.

Obligación 8. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 8. Establecimiento de un Stock de reproductores de Pargo Vijo o Colorado (*Lutjanus colorado*) y evaluar su manejo en cautiverio en la Estación de Acuicultura Marina de Bahía Málaga, Buenaventura – Valle del Cauca.

Hasta hace algunos años la producción mundial de acuicultura marina estaba relacionada exclusivamente a moluscos y crustáceos, en la actualidad el panorama es diferente, la acuicultura de peces marinos ha desplazado a los crustáceos y empieza a posicionarse positivamente en el sector (FAO, 2016). Este crecimiento y desarrollo se puede explicar debido a un conjunto de estrategias que han permitido aumentar los volúmenes de producción y obtener una relación costo beneficio positiva. A pesar de la existencia de muchas especies con un sistema de cultivo ya establecido, se debe considerar que estas tecnologías son propias de cada país y que deben ser adaptadas a un conjunto de condiciones que determinarán el éxito de una especie, tales como, características ambientales del lugar de cultivo, de mercado y consumo, disponibilidad de

reproductores, licencias ambientales, etc., eventos que pueden interferir en el desarrollo de una tecnología de cultivo. En su mayoría, las tecnologías de cultivo desarrolladas para peces marinos tienden a ser similares, aunque las diferencias encontradas en las técnicas son determinantes para el éxito del ciclo productivo de cada especie.

A pesar del gran crecimiento que han tenido los sistemas productivos de aguas continentales es la piscicultura marina y estuarina quien presenta los mayores crecimientos en los últimos años. Entre el año 2000 y el año 2014 este crecimiento fue de 10,7% anual con un valor US\$ 11,9 x 10⁹ y una proyección de crecimiento del 2% al año. Si bien se entiende que el ciclo productivo de peces marino requiere una inversión mayor lo que aumenta el costo de producción por kilogramo de carne, su atractivo precio en el mercado consumidor definido por la calidad del producto ofrecido supera considerablemente el precio de comercialización de los peces de agua dulce en una relación de US\$ 3:1.

La estación de Acuicultura Marina de Bahía Málaga en su historia ha desarrollado tecnologías que actualmente han permitido obtener juveniles de peces marinos, dentro de los cuales se presenta el *Lutjanus guttatus* como la principal especie que ha sido investigada y con la cual se han obtenido los mejores resultados, sin embargo, es de vital importancia diversificar y estabilizar la industria acuícola, que actualmente está dominada por la camaronicultura y las producciones de peces de agua dulce.

En un gran listado de peces marinos con potencial para su cultivo, se identifica el pargo vijo o colorado (*Lutjanus colorado*), el cual se distribuye desde el sur de California hasta el norte de Perú. Esta especie representa un importante recurso pesquero en la mayoría de las áreas donde se encuentra debido a su gran aceptación como excelente alimento y su buen precio en el mercado y en Colombia no se cuenta con información disponible para iniciar el ciclo productivo de esta especie, aunque las metodologías ya establecidas en la estación marina de Bahía Málaga deberían favorecer el inicio de este cultivo, que es determinante para cualquier PROYECTO que se tenga con esta especie, el adaptar individuos capturados del medio al cautiverio y con esto lograr establecer un stock de reproductores que nos permita recopilar información determinante para su cultivo. Es por esta razón que se plantea como principal objetivo de este proyecto diversificar las especies investigadas en la Estación marina de bahía Málaga y establecer protocolos de alimentación y manejo de reproductores de pargo colorado, así como identificar la metodología más eficiente bajo nuestras condiciones de adaptación y manejo en cautiverio así como la inducción al desove del pargo colorado o pargo vijo.

El año anterior (2017) se logró conformar un Stock de Pargo vijo o colorado en la Estación de Bahía Málaga, que es necesario aumentarlo en 80 individuos más, alimentarlos adecuadamente y realizarles seguimiento en cuanto a su comportamiento en cautiverio, crecimiento, sanidad y madurez sexual entre otros.

El proyecto se llevará a cabo en las instalaciones de la Estación de Acuicultura Marina de Bahía Málaga, de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP, ubicada en el costado izquierdo de Bahía Málaga (Valle). Se utilizarán individuos pertenecientes al plantel de reproductores de pargo vijo de la unidad productiva e investigativa y se requiere de la ampliación del Stock, suministrando 80 individuos nuevos de la especie en mención por parte del cooperante, capturados en sitios ya establecidos utilizando artes de pesca adecuadas para tal fin y con la cooperación de las comunidades de pescadores de la zona.

Desarrollo de la Investigación

Los individuos serán llevados a la Estación de bahía Málaga y mantenidos en tanque de hormigón con 62 m³ de agua de mar y alimentados con calamar, camarón y sardina sin cabeza, sin cola y eviscerada, día de por medio y a saciedad.

Resultados Esperados con el desarrollo de la investigación:

- Formación de un stock de 100 reproductores de pargo vijo, con desoves voluntarios y cíclicos
- Verificación de protocolo de captura, transporte y manejo de reproductores de pargo vijo (*Lutjanus colorado*)
- Análisis de la adaptación al cautiverio y sus efectos y aspectos comportamentales de los reproductores de pargo vijo
- Realizar un documento técnico sobre los resultados, análisis y recomendaciones de la investigación realizada.

Obligaciones:

Obligación 1. Adquirir y entregar a la AUNAP de un plantel de 100 reproductores de Pargo Vijo o colorado (*Lutjanus colorado*), provenientes del medio natural, capturados con apoyo de los pescadores de la zona.

Obligación 2. Evaluar el comportamiento y adaptación al cautiverio (alimentación y mortalidad) y evaluar el crecimiento de los reproductores mediante muestreos mensuales.

Obligación 3. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 9. Evaluación del crecimiento en la fase de engorde de camarón blanco del pacífico (*Litopenaeus vannamei*) con tecnología de biofloc en tanques de fibra de vidrio, en la Estación de Acuicultura Marina Bahía Málaga – Buenaventura (Valle).

Los problemas identificados en los cultivos convencionales de camarón, exigen la aplicación de nuevas técnicas para el mantenimiento de la calidad de agua y la sustentabilidad de los recursos hídricos, conjugando la rentabilidad del cultivo por medio de densidades de siembra y alimentación

adecuadas (Gaona 2011), además de una mínima, o ninguna tasa de renovación de agua a lo largo de todo el periodo de cultivo (Hopkins et al. 1995; Wasielesky et al. 2006). Una manera de evitar o reducir la generación de efluentes, y aumentar la densidad de siembra, son los cultivos sin renovación de agua y con presencia de flocs microbianos o Bioflocs.

Los beneficios de este sistema de cultivo para el medio ambiente son considerables, al momento de compararlos con los cultivos tradicionales, se puede alcanzar un aprovechamiento de agua hasta 40 veces más eficiente (Boyd & Clay 2002). Además de disminuir el riesgo de introducción y propagación de enfermedades por la renovación de agua (Burford et al. 2004) y disminuir los costos del bombeo tradicional.

Al mismo tiempo, este sistema complementa la dieta de los animales, a través de la productividad natural presente en los tanques (Wasielesky et al. 2006). Estudios realizados con sistemas BFT, demuestran que el 29% del alimento consumido por camarones *Litopenaeus vannamei* puede provenir del floc microbiano presente en el agua de cultivo (Burford et al. 2003), representando no solo una fuente de proteína, sino también supliendo las necesidades de lípidos, minerales y vitaminas (Moss, et al 2006). Además, algunas investigaciones relatan que los bioflocs tienen diversos compuestos bioactivos, incluyendo carotenoides, fitoesteroles, bromofenoles (Ju, et al 2008), entre otros, que contribuyen para mejorar el desempeño bioquímico, fisiológico y zootécnico del camarón.

Además, Wasielesky et al. (2006) concluyeron que los Bioflocs, de cultivo de *L. vannamei* sin renovación de agua, disminuyen significativamente la conversión alimenticia, reduciendo costos de producción y de descarga de efluentes nitrogenados.

Desarrollo de la Investigación:

Se requiere Implementar y adaptar un sistema de cultivo BFT (*Biofloc technology system*) para el levante y engorde de camarones marinos en tanques circulares en la Estación de Acuicultura Marina de Bahía Málaga (Pacífico Colombiano) de la AUNAP y se requiere además:

- Definir estrategias para el manejo de cultivos de camarón rentable y sostenible.
- Determinar la viabilidad económica de la combinación de sistemas BFT en el levante de pos larva y engorde de camarón blanco del Pacífico.
- Determinar el efecto en el crecimiento del camarón blanco en sistemas Biofloc.

El proyecto se ejecutará una fase de levante y engorde de camarón en un sistema Biofloc. Se establecerá una relación carbono: nitrógeno de 15:1, utilizando como fuente de carbono la melaza, para la estimulación del crecimiento de bacterias heterotróficas. Durante el cultivo se utilizará un Blower 2,5 Hp y manguera aerotube, para garantizar aireación permanente y movimiento de la columna de agua y se dispondrá de un generador de energía en caso de presentarse apagones y/o daños en el circuito eléctrico. Se utilizarán 4 tanques de fibra de vidrio de capacidad 12 m³ donde se llevará a cabo el cultivo, existentes en la Estación de Bahía Málaga. Se determinó una

densidad de siembra de 100 PL/m² para un total de 1.200 poslarvas de camarón (PL11-13) (*Litopenaeus vannamei*) por tanque. El Biofloc se iniciará conjuntamente con la siembra de las poslarvas y se ofrecerá alimento con 35% de proteína bruta, utilizando una relación del 2 – 4% de la biomasa, distribuido entre 3 y 5 veces por día.

Diariamente se tomarán cinco medidas de temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto en los horarios de las 00:00, 04:00, 09:00, 14:00 y 20:00. El volumen del flocs se obtendrá diariamente, una sola vez y los niveles de TAN, nitrito y nitratos, tres veces por semana.

Para el cultivo en BFT, diariamente se tomarán cinco medidas de temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto en los horarios de las 00:00, 04:00, 09:00, 14:00 y 20:00. El volumen del flocs se obtendrá diariamente una sola vez y los niveles de TAN, nitrito y nitrato, tres veces por semana. Para el cultivo en Jaula Flotante, semanalmente se tomarán parámetros fisicoquímicos del agua como oxígeno disuelto, temperatura (°C), pH, alcalinidad, dureza, compuestos nitrogenados, salinidad y turbidez.

Se evaluará para ambos sistemas semanalmente parámetros como peso, ganancia de peso, biomasa, productividad y % sobrevivencia. Se aplicará el test de *Student's t* ($p > 0,05$) para determinar si existen diferencias significativas entre el crecimiento en sistema BFT y el cultivo en jaula flotante, siempre y cuando exista normalidad y homogeneidad en los datos. Cuando los datos no presenten normalidad estos serán transformados para su análisis respectivo.

Resultados Esperados

- Definir un protocolo de cultivo de camarón en sistema BFT
- Determinar la viabilidad del levante y engorde de camarón en BFT
- Establecer una metodología para la producción de camarón en el pacifico vallecaucano: exclusiva en sistema BFT
- Informe final, artículo científico con normas APA y socialización de resultados

Obligaciones:

Obligación 1. Implementar y estabilizar sistema de producción biofloc en tanques de fibra de vidrio de capacidad 12 m³ con los requerimientos del cultivo de camarón

Obligación 2. Evaluar el levante de poslarvas (PL11-13) de camarón hasta un peso de 5 g, y engorde a talla comercial con tecnología biofloc, en tres densidad de siembra de 100, 200 y 300 PL/m³.

Obligación 3. Procesar y analizar la información obtenida de parámetros técnicos (ganancia en peso (Gp), ganancia en longitud (Gl), tasa específica de crecimiento (G), sobrevivencia (S)) de los tratamientos evaluados.

Obligación 4. Procesar y analizar la información de parámetros económicos (costos, costo/unidad, costo/beneficio) de los tratamientos evaluados.

Obligación 5. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 10.- Evaluación biológico pesquera y socioeconómica de la pesca de consumo en la cuenca media del río Caquetá, municipio de Curillo y el río Guayas, municipio de Puerto Rico, departamento del Caquetá.

La pesca en la región de la Amazonía es una de las actividades económicas y culturales de mayor importancia para las comunidades de la región por la generación de ingresos y nutricional de los núcleos de colonos y comunidades indígenas.

La reglamentación existente para la cuenca del río Caquetá es:

- Acuerdo 0015 febrero de 1987 delINDERENA, por la cual se reglamenta la pesca y su aprovechamiento en la parte media y baja del río Caquetá y se adoptan algunas medidas de protección en el sector y en la cuenca amazónica en general.
- Resolución No.0 89 del 27 de mayo de 1.987 delINDERENA, por la cual se reglamenta el Acuerdo No 015 de 1.987.
- Acuerdo 0075 del 28 de diciembre de 1.989 delINDERENA, mediante el cual se adiciona y modifica el Acuerdo No. 0015 de 1987 en las medidas autorizadas y el uso de las mallas rodadas en zonas del canal principal del río Caquetá.

En la parte media de la cuenca del río Caquetá, la pesca artesanal, es una actividad de importancia socioeconómica para las comunidades de los municipios de Puerto Rico y Curillo. En el municipio de Puerto Rico ubicado sobre el río del río Caguán, se utilizan artes de pesca como la atarraya, calandrio, cuerda, arpón de pistola, arpón de lanza y malla, siendo las especies más importantes en orden de captura el bocachico (*Prochylodus nigricans*), dorada (*Pellona castelneana*), moino (*Leporinus sp.*), sardinata (*Pellona flavipinnis*, *Brycon sp.*), chontaduro (*Zungaro zungaro*) y pintadillo (*Pseudoplatystoma fasciatum*). En el municipio de Curillo ubicado sobre el cauce del río Caquetá, se pesca principalmente con Atarraya, malla, calandrio y chinchorro; siendo las especies de mayor captura bocachico (*Prochilodus nigricans*), cucharo (*Sorubim lima*), gatas y pintadillo (*Pseudoplatystoma fasciatum*).

Lo que se pretende con este estudio es evaluar el estado de explotación del recurso pesquero en la cuenca media del río Caquetá en los río Caguán municipio de Puerto Rico y río Caquetá municipio de Curillo en el Departamento del Caquetá, para tener elementos técnicos que permitan interpretar el estado de explotación del recurso pesquero y definir medidas de manejo y reglamentación de la actividad pesquera.

Desarrollo de la Investigación

Con el fin de disponer de información sobre las pesquerías de la zona, se pretende valorar el estado de aprovechamiento de los recursos pesqueros como base para establecer medidas de manejo, adelantando acciones dirigidas a recolectar la información biológico pesquera de los artes y métodos de pesca, evaluar el impacto de artes y métodos de pesca utilizadas a partir de la

estimación de parámetros pesqueros, información biológica ecológica y de eficiencia de artes y caracterizar las principales variables económicas que se generan mediante el ejercicio de la pesca. Es indispensable adelantar el trabajo con una muestra de los pescaderos artesanales de sus capturas y el esfuerzo de pesca que se realiza en la zona seleccionada. Por lo anterior se requiere un diseño de muestreo utilizando las estrategias estadísticas disponibles en la literatura científica.

Se obtendrá información en campo en el área de trabajo, se caracterizarán los diferentes artes y métodos de pesca, se realizarán muestreos semanales de tres días por semana de forma aleatoria a lo largo del tiempo de ejecución del proyecto, mediante el acompañamiento a los pescadores en las faenas de pesca y muestreos en puerto, en el río Caguán en el municipio de Puerto Rico y en el río Caquetá municipio de Curillo.

Para la toma de información biológico pesquera en campo, se caracterizará de las artes utilizados (largo, alto, ojo de malla, calibre anzuelo, número de líneas), capturas por artes (especies, no ejemplares, biomasa por especies), esfuerzo (hora salida y llegada, tiempo lance, número de lance, número de redes), proceso de retención (acuñado, agallado, enredado). Los parámetros biológicos: peso total por individuo (g), peso eviscerado por individuo (g), longitud total (cm), longitud estándar (cm), perímetro del cuerpo (cm), sexo, estado gonadal, peso gónada. Igualmente realizará la caracterización socioeconómica de las principales variables económicas (costos fijos y variables, precios comercialización) y sociales (nivel educativo, servicios públicos, condiciones calidad de vida).

Con la información recolectada y procesada, se obtendrá un diagnóstico de las pesquerías utilizando las estrategias estadísticas, biológicas y ecológicas consignadas en la ciencia pesquera, se hará la estimación de la captura y el esfuerzo pesquero, procesamiento de información biológica utilizando los procedimientos estadísticos tradicionales. Las estimaciones de la captura y el esfuerzo de pesca obtenidos de la información de campo, se basa utilizando la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como un índice de abundancia relativa de un stock de peces explotado. Se elaborará una matriz que muestra las relaciones entre ellas, para determinar las especies más destacadas que pueden tomarse como recursos sombrilla o recursos estratégicos, con índices de abundancia más preponderante de los recursos capturados en cada sitio de muestreo. Respecto a la Captura por Unidad de Esfuerzo Pesquero (CPUE), se determinará la densidad relativa en el ecosistema tanto en número como en peso (biomasa), de los recursos pesqueros evaluados igualmente como indicadores de la abundancia relativa se estima la CPUE y el impacto de las diferentes artes de pesca que ejercen presión sobre para las especies sombrilla.

El procesamiento de información biológica, las estimaciones parciales de parámetros biológicos se harán para los recursos sombrilla o recursos estratégicos determinados en cada sitio de muestreo. Con las bases de datos recolectadas, utilizando los procedimientos estadísticos tradicionales, se estima la talla media de captura (TMC) como la recopilación estandarizada de la talla mediana, su comportamiento durante el período de muestreo, entre los sexos y los diferentes

lugares del muestreo, la relación longitud estándar (cm) y el peso total (g), aplicando el modelo potencial que corresponde a Gulland, 1966, tendencia del crecimiento (isométrico o alométrico), mortalidad total (Z), mortalidad natural (M), mortalidad por pesca (F), la relación que existe entre el perímetro del cuerpo con relación al sistema de captura y a su vez determinar entre los municipios seleccionados cuál es la forma de captura más típica. No se estimará la talla de madurez sexual (TMS) por observación macroscópica, solo la observación se hará para determinar época de reproducción (maduros e inmaduros) total, machos y hembras.

La caracterización de las principales variables económicas, consiste básicamente en la determinación de los costos fijos (arriendos, educación, salud, vigilancia, impuestos, depreciación de equipos) y los costos variables (combustibles, aceites, avituallamiento, alquiler de equipos, alquiler de canoas, alquiler de motor) y combinados con la información social (vivienda, salud, educación, servicios públicos), se hizo el análisis de los principales parámetros económicos y sociales que gobiernan la pesca artesanal de los lugares muestreados.

Se realizará un taller de socialización del proyecto a la comunidad, entidades y autoridades. Una vez procesada se realizaron dos talleres a los cuatro (4) meses y al finalizar el trabajo con la Entidades, Autoridades y Comunidades.

Alcances

1. Recolectar la información biológico-pesquera de los artes de pesca utilizados en el río Caguán en el municipio de Puerto Rico y en el río Caquetá municipio de Curillo
 - Socialización de las actividades a desarrollar, talleres de capacitación para toma de información pesquera talleres de socialización de los resultados obtenidos del proyecto.
 - Colecta Información pesquera y biológica de las artes utilizadas por los pescadores.
2. Evaluar el impacto de los artes de pesca utilizados en el río Caguán en el municipio de Puerto Rico y en el río Caquetá municipio de Curillo
 - Procesamiento y análisis de información pesquera y biológica recolectada de los artes utilizados por los pescadores.
 - Elaboración de informes mensuales ejecutivos e informes técnicos y financieros para los desembolsos.
3. Caracterizar de las principales variables económicas que se generan mediante el ejercicio de la pesca de las artes de pesca utilizados.
 - Colecta de la información socioeconómica.
 - Procesamiento y análisis de información
4. Proponer medidas de reglamentación de artes de pesca utilizados en el río Caquetá.

Resultados Esperados

Con el fin de disponer de información sobre las pesquerías de la zona, se pretende realizar un diagnóstico de las pesquerías utilizando las estrategias estadísticas, biológicas y ecológicas consignadas en la ciencia pesquera. Para este caso se pretende determinar cómo resultados los siguientes:

1. Indicadores de abundancia relativa.

2. Composición de las capturas y artes y métodos de pesca.
3. Estado de salud de los recursos estratégicos (tasas de aprovechamiento).
4. Indicadores de historia de vida (crecimiento, mortalidad y madurez sexual)
5. Elementos de la dinámica poblacional (parámetros del stock)
6. Propuesta de reglamentación de artes pesqueros
7. Informe final y un artículo científico con normas APA, para ser publicados por parte de la AUNAP y además realizar difusión de la investigación realizada.

Para ello se requiere contratar con los servicios de un (1) profesional que será el encargado de coordinar el trabajo en campo en los dos sitios de muestreo y dos (2) técnicos, uno por sitio de muestreo para recolección de la información, Se deberá contar adicionalmente con un profesional especializado en estadística pesquera para el proceso estadístico de la información.

Presupuestalmente, para la operación del proyecto, deberán ajustarse al presupuesto consignado en la tabla a continuación, que es la propuesta efectuada por los funcionarios de la AUNAP.

Obligaciones:

Obligación 1. Socializar actividades a desarrollar y realizar talleres de capacitación para la toma de información y socializar resultados obtenidos con las comunidades de pescadores.

Obligación 2. Caracterizar los artes y métodos de pesca utilizados

Obligación 3. Colectar información biológica pesquera para los recursos sombrilla o estratégicos determinados para cada sitio de muestreo de los artes utilizados por los pescadores

Obligación 4. Colectar información socioeconómica de la actividad pesquera.

Obligación 5. Procesar la información colectada utilizando procedimientos estadísticos tradicionales.

Obligación 6. Procesar y analizar la información de parámetros socioeconómico.

Obligación 7. Proponer medidas de reglamentación de artes de pesca utilizados en el río Caquetá.

Obligación 8. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 11. Obligación 4.- Evaluación de artes de pesca en el embalse Porce II del departamento de Antioquia.

La AUNAP ha venido implementando las medidas de ordenamiento pesquero para los embalses. Mediante Resolución No. 0970 y 0971, se reglamentó la actividad pesquera y se establecieron otras disposiciones para el Ordenamiento Pesquero del embalse Porce II. A tres años de la vigencia de la norma, la producción pesquera del embalse Porce II ha venido en disminución continua, los pescadores aducen que los artes de pesca permitidos en el embalse han contribuido al agotamiento del recurso, por lo que se hace necesario realizar los estudios pertinentes de selectividad de artes pesqueros, para corroborar si esta disminución es generado por los artes reglamentados o por otros factores.

En el Artículo VIII de las Resolución No. 0970, se establece “La AUNAP, realizará las acciones necesarias con el fin de adelantar un estudio que permita determinar la selectividad de los diferentes artes de pesca utilizados por los pescadores del embalse Porce II, los resultados de dicho estudio ofrecerán insumos para establecer modificaciones y o ajustes a la presente resolución de ser necesario”.

Desarrollo de la Investigación

Se pretende valorar el estado de aprovechamiento de los recursos pesqueros como base para establecer medidas de manejo, adelantando acciones dirigidas a recolectar la información biológico pesquera de los artes y métodos de pesca, evaluar el impacto de artes y métodos de pesca utilizadas a partir de la estimación de parámetros pesqueros, información biológica ecológica y de eficiencia de artes.

Se obtendrá información en campo, se caracterizarán los artes y métodos de pesca redes de enmalle utilizadas en el embalse de Porce II y III por los pescadores de 10, 9 y 8 cm de ojo de malla, se realizaran muestreos semanales de tres días por semana de en forma aleatoria a lo largo del tiempo de ejecución del proyecto, mediante el acompañamiento a los pescadores en las faenas de pesca durante seis (6) meses, que serán revisadas cada ocho (8) horas, en tres (3) sectores del embalse de Porce II.

Para la toma de información biológico pesquera en campo, se caracterizará de las artes utilizados (largo, alto, ojo de malla), capturas por artes (especies, no ejemplares, biomasa por especies), esfuerzo (hora salida y llegada, tiempo lance, número de lance, número de redes), proceso de retención (acuñado, agallado, enredado). Los parámetros biológicos: peso total por individuo (g), peso eviscerado por individuo (g), longitud total (cm), longitud estándar (cm), perímetro del cuerpo (cm), sexo, estado gonadal, peso gónada.

.Las estimaciones de la captura y el esfuerzo de pesca obtenidos de la información de campo, se basa utilizando la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como un índice de abundancia relativa de un stock de peces explotado. Se elaborará una matriz que muestra las relaciones entre ellas, para determinar las especies más destacadas que pueden tomarse como recursos sombrilla o recursos estratégicos, con índices de abundancia más preponderante de los recursos capturados en cada sitio de muestreo.

Respecto a la Captura por Unidad de Esfuerzo Pesquero (CPUE), se determinará la densidad relativa en el ecosistema tanto en número como en peso (biomasa), de los recursos pesqueros evaluados igualmente como indicadores de la abundancia relativa se estima la CPUE y el impacto de las diferentes artes de pesca que ejercen presión sobre para las especies sombrilla. No se estimará la talla de madurez sexual (TMS) por observación macroscópica, solo la observación se hará para determinar época de reproducción (maduros e inmaduros) total, machos y hembras.

El procesamiento de información biológica, las estimaciones parciales de parámetros biológicos se harán para los recursos sombrilla o recursos estratégicos determinados en cada sitio de muestreo. Con las bases de datos recolectadas, utilizando los procedimientos estadísticos tradicionales, se estima la talla media de captura (TMC) como la recopilación estandarizada de la talla mediana, su comportamiento durante el período de muestreo, entre los sexos y los diferentes lugares del muestreo, la relación longitud estándar (cm) y el peso total (g), aplicando el modelo potencial que corresponde a Gulland, 1966, tendencia del crecimiento (isométrico o alométrico), mortalidad total (Z), mortalidad natural (M), mortalidad por pesca (F), la relación que existe entre el perímetro del cuerpo con relación al sistema de captura y a su vez determinar cuál es la forma de captura más típica.

Se realizará inicialmente un taller de socialización del proyecto a la comunidad, entidades y autoridades. Una vez procesada se realizaron dos talleres a los cuatro (4) meses y al finalizar el trabajo con la Entidades, Autoridades y Comunidades para dar a conocer los resultados de avance y final de proyecto.

Alcances

1. Recolectar la información biológico-pesquera de las redes de enmalle utilizadas en los embalse de Porce II y III
 - Socialización de las actividades a desarrollar, talleres de capacitación para toma de información pesquera talleres de socialización de los resultados obtenidos del proyecto.
 - Colecta Información pesquera y biológica de las artes utilizadas por los pescadores.
2. Evaluar el impacto de las redes de enmalle utilizadas en los embalses Porce II y III.
 - Procesamiento y análisis de información pesquera y biológica recolectada de los artes utilizados por los pescadores en los embalses Porce II.
 - Elaboración de informes mensuales ejecutivos e informes técnicos y financieros para los desembolsos
 - Socialización de resultados a comunidades y entidades del orden local y regional.

Resultados Esperados

Con el fin de disponer de información sobre las pesquerías de la zona, se pretende realizar un diagnóstico de las pesquerías utilizando las estrategias estadísticas, biológicas y ecológicas consignadas en la ciencia pesquera. Para este caso se pretende determinar cómo resultados los siguientes:

1. Indicadores de abundancia relativa.
2. Composición de las capturas y artes y métodos de pesca.
3. Estado de salud de los recursos estratégicos (tasas de aprovechamiento).
4. Indicadores de historia de vida (crecimiento, mortalidad y madurez sexual)
5. Elementos de la dinámica poblacional (parámetros del stock)
6. Propuesta de medida de ajuste reglamentación de requerirse.

7. Si se requiere, proponer medidas de ajuste a la reglamentación dada mediante la Resolución de artes de pesca utilizados en los embalses Porce II.
8. Informe final y un artículo científico con normas APA, para ser publicados por parte de la AUNAP y además realizar difusión de la investigación realizada.

Para ello se contará con el profesional de la Regional Medellín AUNAP, que se encargarán del proceso de la investigación y resultados durante un período estimado de seis (6) meses y que tienen su sede en Medellín, para lo cual se tiene un presupuesto de \$8.000.000 para desplazamiento de funcionarios. Igualmente, se contará mediante contrato a un profesional especializado en estadística pesquera y un técnico, cuya área de trabajo será en el sitio de muestreo embalse Porce II.

Presupuestalmente, para la operación del proyecto, deberán ajustarse al presupuesto consignado en la tabla a continuación, que es la propuesta efectuada por los funcionarios de la AUNAP, quedando especificado un rubro de Viáticos y Gastos de Viaje para el desplazamiento del funcionario de la AUNAP.

Obligación 1. Caracterizar los artes y métodos de pesca utilizados en el embalse Porce II.

Obligación 2. Colectar información biológica pesquera de los artes y métodos de pesca utilizados en el embalse Porce II.

Obligación 3. Colectar información socioeconómica de la actividad pesquera.

Obligación 4. Procesar la información colectada utilizando procedimientos estadísticos tradicionales.

Obligación 5. Procesar y analizar la información de parámetros socioeconómico.

Obligación 6. Proponer medidas de reglamentación de artes de pesca utilizados en el embalse de Porce II.

Obligación 7. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y recomendaciones

PROYECTO 12.- Aspectos de la biología básica y establecimiento de protocolos de transporte y manejo en cautiverio del Mapará, (*Hyphophthalmus edentatus*), y sardinata real (*Brycon withei*) especies con potencial para la diversificación de la acuicultura Nacional.

En Colombia, la acuicultura continental depende principalmente del cultivo de 3 especies ícticas: tilapia roja y plateada (*Oreochromis sp*) con una participación del 51,8 y 13,5 % respectivamente, cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) con 21,5% y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con 7,6% (FEDEACUA, 2015). La cadena piscícola nacional, presenta una limitada oferta de especies, haciendo necesario evaluar el potencial de nuevas especies con el fin de incorporarlas a los sistemas de cultivo y ampliar la oferta de especies cultivables.

Dentro de los silúridos, la familia Pimelodidae es una de las más representativas, comprendiendo más de 60 géneros con alrededor de 300 especies distribuidas desde México hasta Argentina

(Galvis et al., 1997). Los bagres de mayor valor económico en las pesquerías del Orinoco y Amazonas, están representados por especies de gran tamaño pertenecientes a los géneros *Brachyplatystoma*, *Phractocephalus*, *Pseudoplatystoma*, *Zungaro*, entre otros, todos ellos con hábitos predominantemente carnívoros; especies de menor tamaño o medianos bagres que son de hábitos omnívoros como los pertenecientes a los géneros *Calophysus*, *Leiarius*, *Pimelodus*, *Pinirampus*, *Sorubim*, entre otros y los que conforman el género *Hypophthalmus* que está conformado por bagres filtradores (Winemiller y Taphorn, 1989, Taphorn y Mago-Leccia, 1997, Agudelo et al., 2000). Entre los bagres con potencial para la acuicultura, se encuentra el Mapará *Hypophthalmus edentatus*, un silúrido nativo de mediano porte que es filtrador durante todo su ciclo de vida, característica biológica que lo hace único entre los bagres (Abelha et al., 2001; Abujna y Agostinho, 2002).

Entre los carácidos se destaca el género *Brycon* (Müller & Troschel), con trece especies presentes en Colombia, de las cuales en el yamú y en la dorada se han adelantado protocolos de reproducción, alimentación, cultivo, criopreservación seminal y manejo y establecimiento de estas especies en cautiverio. Para la cuenca del Orinoco, la sardinata o dorada llanera *Brycon whitei* (Myers y Weitzman, 1960), es una especie que presenta un gran potencial productivo y de consumo, lo cual la hace una especie importante en la piscicultura, alcanzando hasta 4 kg considerándose una de las especies más grandes del género. Adicional a esto, la especie es endémica del Río Orinoco, con una gran preferencia por zonas de piedemonte.

Pese a las potencialidades de ambas especies, poco se sabe de la Sardinata Llanera *Brycon whitei* y del Mapará *Hypophthalmus edentatus* se conocen algunos aspectos biológicos de la cuenca del Amazonas; desconociéndose de ambas especies su biología y ecología en la cuenca del Orinoco y aspectos relacionados con aspectos la reproducción, la producción y el manejo en cautiverio (Graef, 1995).

Se hace necesario, iniciar estudios conducentes a la incorporación de nuevas especies en la acuicultura nacional, especialmente de especies ícticas como el Mapará *Hypophthalmus edentatus* y la Sardinata *Brycon whitei* quienes por sus hábitos alimenticios podría constituirse en una alternativa adicional a la producción de carne, por esto se hace necesario adelantar el estudio para determinar aspectos biológicos y ecológicos básicos de estas especies promisorias, con miras a establecer protocolos de transporte y manejo en cautiverio.

Desarrollo de la Investigación

Los muestreos de los ejemplares se llevarán a cabo en los ríos Ariari en el municipio de Puerto Rico, departamento del Meta (3°12'53N73°25'11"W), situado en la Orinoquia Colombiana, y el río Acacias del Municipio de Acacias, Departamento del Meta. Se realizarán muestreos mensuales a lo largo del año, teniendo en cuenta las diferentes fases del ciclo hidrológico, tomando registros en cada punto de muestreo de los siguientes parámetros físicos y químicos oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, potencial hidrogeniónico (pH), temperatura.

Para la captura de los ejemplares, serán utilizadas redes de espera, de aproximadamente 180 m de longitud y 2.5 m de altura, que asegurarán la captura de los ejemplares requeridos para el estudio. Las jornadas de pesca se efectuarán en horario diurno con revisiones periódicas. Para la elección de puntos de muestreo se tendrá presente el conocimiento de los pescadores de la zona y se tomará registro de las coordenadas geográficas con GPS Garmin Etrex 10®.

Se registrarán datos biométricos correspondientes a peso en gramos, longitud total (LT) y longitud estándar (LS) con ictiómetro. Se describirá la coloración general, características de la papila genital, detalles operculares, rugosidad en las aletas y posteriormente si existe un abultamiento en el vientre (Salinas y Agudelo, 2000). Todas las actividades serán realizadas de conformidad con las normas y procedimientos para el uso de animales de laboratorio, descritas por el Comité on Care and Use of Laboratory Animal Resources – National Research Council, USA (1996).

Se realizará una descripción detallada de las características macroscópicas de cada componente de la morfología externa del tracto digestivo identificando la forma, color, longitud intestinal y presencia y ausencia de ciegos pilóricos, número de branquiespinas y forma.

Para la evaluación de la morfología gonadal, hembras y machos se describirá la ubicación de las gónadas en la cavidad celómica, forma y color. Finalmente se hará la extracción de las gónadas (ovarios y testículos) procurando tomar su longitud e igualmente su peso para calcular el índice gonadosomático (IGS), mediante la ecuación $IGS = (Wg / Wt) * 100$, donde:

Wg: Peso de la gónada

Wt: Peso total del cuerpo

Se extraerá el hígado y se utilizará la fórmula propuesta por Nikolsky (1978), para calcular el Índice Hepatosomático IHS, mediante la ecuación $IHS = (Wh / Wt) * 100$, donde:

Wh: Peso del hígado

Wt: Peso total del cuerpo

Igualmente, se estimará el Índice de grasa visceral: $IGV = (\text{peso de grasa en las vísceras/peso corporal}) * 100$.

Para la captura de plancton, se utilizarán redes de bongo, compuestas de un par de redes colocadas una al lado de la otra. La primera tiene una malla de 505 micras, y la otra de 333 micras, lo que permite la captura de larvas grandes en la primera, y huevos y larvas pequeñas en la segunda, además de la fauna acompañante que no es retenida por la primera.

En el laboratorio, se registrará el grado de distensión estomacal de acuerdo a la cantidad de contenido alimenticio, determinándose el grado de llenura o repleción estomacal mediante una escala de 0 a 100%, donde 100 corresponde a estómagos completamente llenos y 0 a estómagos totalmente vacíos (Goulding 1980, Goulding et al., 1988).

Se realizará la evaluación de los contenidos del tracto digestivo mediante los métodos numérico, volumétrico y frecuencia de aparición (Hyslop, 1980). Adicionalmente se cuantificará la importancia de cada uno de los ítems alimenticios identificados en la dieta, mediante el índice de importancia relativa (%IIR), el cual integra los valores numéricos, volumétricos y de frecuencia en un solo valor porcentual.

Será evaluado un sistema de transporte en un tanque con capacidad de 1000 litros, con sistema de aireación constante y con un sistema de filtración y de bombeo de agua para mantener corrientes dentro del mismo y durante el transporte. En los sistemas que se evaluarán el uso de sustancias buffer, anestésicos y otras sustancias que se considere para asegurar la sobrevivencia de los animales hasta el Instituto de Acuicultura de los Llanos lugar donde se establecerá el cautiverio.

Para establecer protocolos de cautiverio, los ejemplares, serán identificados con microchip y registrada su biometría al inicio y en diferentes fases del proyecto. Igualmente, serán evaluadas diferentes condiciones de cautiverio; contenedores: tanques y estanques, densidades de siembra, abono del agua, contenido fitoplanctónico del agua, alimentación y serán registrados permanentemente los diferentes parámetros de calidad de agua y todas aquellas actividades que se realicen con los animales ingresados.

Se socializará a la comunidad de pescadores y pequeños productores (asociaciones) y académica (congreso o seminario) de los resultados obtenidos en el proyecto.

Se obtendrá un artículo científico por especie, conteniendo las características reproductivas y/o ecológicas y un documento técnico conteniendo la información acerca de la biología básica y los protocolos de transporte y manejo en cautiverio.

Alcances

- Caracterización del contenido planctónico en la columna de agua a fin de determinar la trofodinámica de las especies estudiadas.
- Evaluación de índices reproductivos in situ de hembras y machos.
- Descripción macro y microscópica de la morfología gonadal de hembras y machos.
- Evaluación de la morfología digestiva y el contenido del tracto digestivo.
- Establecer protocolos de transporte y manejo en cautiverio
- Informe final y un artículo científico con normas APA, para ser publicados por parte de la AUNAP y además realizar difusión de la investigación realizada.

Para ello se requiere contratar con los servicios de un (1) profesional que será el encargado de coordinar el trabajo en campo en los dos sitios de muestreo y dos (2) técnicos, uno por sitio de muestreo para recolección de la información. Se deberá contar adicionalmente con un profesional especializado en estadística pesquera para el proceso estadístico de la información.

Presupuestalmente, para la operación del proyecto, deberán ajustarse al presupuesto consignado en la tabla a continuación, que es la propuesta efectuada por los funcionarios de la AUNAP.

Obligaciones:

Obligación 1. Caracterizar del contenido planctónico en la columna de agua a fin de determinar la trofodinámica de las especies estudiadas.

Obligación 2. Evaluar de índices reproductivos in situ de hembras y machos.

Obligación 3. Describir macro y microscópica de la morfología gonadal de hembras y machos.

Obligación 4. Evaluar la morfología digestiva y el contenido del tracto digestivo.

Obligación 5. Establecer protocolos de transporte y manejo en cautiverio

Obligación 5. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y sugerencias de ordenamiento de la pesca

PROYECTO 13. Evaluación cuantitativa de la población de Arawana Azul (*Osteoglossum ferreirai*) en las áreas de pesca del departamento del Vichada, para estimar el tamaño poblacional de la especie, con el fin de evaluar la factibilidad de levantar la veda y hacer un seguimiento del efecto de la actividad pesquera.

La captura y comercialización de peces ornamentales en Colombia es una actividad económica que constituye un significativo renglón en la economía nacional y por ende ofrece empleo en distintas regiones donde las actividades generadoras de ingresos son muy limitadas. Esta pesquería aún tiene muchas limitaciones en cuanto a ordenación pesquera debido a la falta de información biológica pesquera adecuada, dado que no se conoce la biología reproductiva de la mayoría de especies, no o los parámetros de edad y crecimiento, tampoco existen modelos demográficos con los cuales se puedan definir cuotas de capturas y no se ha validado la efectividad de las vedas para las diferentes especies No se cuenta con un sistema eficiente de registro y seguimiento de capturas, movilización y comercio nacional e internacional para especies ornamentales, por solo mencionar algunos

Con respecto a la arawana azul *Osteoglossum ferreirai*, el INCODER, mediante Resolución 3704 de diciembre de 2010, cerró indefinidamente la pesquería de esta especie ornamental, aplicando el principio manejo pesquero con enfoque precautorio y teniendo en cuenta que en el marco de la reunión del Comité Ejecutivo para la Pesca (CEP), realizado el 26 de agosto de 2010, se evidenció la vulnerabilidad de la especie *Arawana Azul (Osteoglossum Ferreirae)*, teniendo en cuenta los resultados del trabajo titulado “evaluación biológica y pesquera de la arawana azul (*Osteoglossum Ferreirae*) Y la sapuara (*Semaprochilodus Laticeps*)”, realizado por el Incoder en el 2008 y el trabajo titulado “Determinación de la diversidad genética de la arawana azul (*osteoglossum ferreirae*) para su manejo y conservación en la Orinoquía Colombiana”, realizado por la Universidad de los Andes, recomendó el cierre de la pesquería de Arawana Azul (*Osteoglossum Ferreirae*) en el Territorio Nacional, hasta que los resultados de las evaluaciones biológico-pesqueras indiquen un aumento en la población compuesta por individuos de todas las edades y trabajar de manera conjunta con la comunidad de pescadores, acopiadores y

exportadores, mediante acuerdos de pesca responsable, que permitan un manejo controlado y sostenible del recurso en el tiempo.

Desde el cierre de la pesquería hace 10 años, el cual se planteó inicialmente solo durante el año 2010, mientras se desarrollaban los estudios poblacionales que ayudaran a definir la continuidad o no de esta medida. Sin embargo, a la fecha la pesquería sigue cerrada tres, lo que pone en riesgo jurídico a la autoridad pesquera frente a la necesidad de los usuarios de extraer el recurso. Por esta razón, es imperativo realizar la evaluación poblacional con el fin de sustentar si es posible continuar con el aprovechamiento de este recurso.

Arawana azul se distribuye en los ríos Bitá, Tomo, Tuparro y Vichada, y el río Xerini, tributario del río Negro en la Amazonia de Brasil, situación que indica que la Arawana azul no es una especie endémica de la Orinoquia colombiana, ni su distribución geográfica es restringida a un solo cuerpo de agua. La especie habita la porción superior de la columna de agua en zonas tranquilas como lagunas, terrenos inundables ricos en material vegetal como raíces, troncos y empalizadas que le sirven de refugio ante depredadores (Landínez-Parra et al. 2007, Argumedo-Trilleras 2009).

Los trabajos de investigación adelantados sobre este recurso pesquero ornamental, son muy pocos, destacando la evaluación poblacional de la arawana azul (*Osteoglossum ferreirai*) en el río Bitá, sector de Puerto Carreño, basado en dos metodologías, la extrapolación de captura por unidad de esfuerzo y el censo visual. La primera consistió en estandarizar el esfuerzo de captura utilizando el método tradicional de pesca de la especie por un tiempo de 3 a 4 horas. Las arawanas fueron capturadas en las zonas de pesca tradicionales durante tres noches al mes, teniendo en cuenta la preferencia de la especie por un hábitat específico, los peces capturados se correlacionaron a la superficie del sitio de pesca (Rojas 2004 2007). El censo visual consistió en avistar “*in situ*” a los ejemplares de arawana durante 3 a 4 horas durante tres noches al mes, diferenciando entre

Con la investigación se pretende realizar la evaluación poblacional de la arawana azul (*Osteoglossum ferreirai*) en los ríos Bitá, Tomo y Tuparro en el municipio de Puerto Carreño, con el fin de evaluar la factibilidad de la abrir la pesquería o dar continuidad del cierre misma y proponer medidas de manejo alternativas.

Objetivo general:

Evaluar el estado poblacional de la arawana azul *Osteoglossum ferreirai* en los ríos Bitá, Tomo y Tuparro en el municipio de Puerto Carreño, con el fin de sustentar si es posible continuar con el aprovechamiento

Objetivos específicos:

Recopilación de información en literatura publicada y gris sobre *Osteoglossum Ferreira*
Identificar las áreas de pesca con geo posicionamiento, épocas de captura y métodos de pesca en la zona del río Bitá, Tomo y Tuparro

Evaluar los sitios de pesca y determinar la densidad poblacional por conteos visuales de ejemplares por sitio mediante detección por linterna en faenas nocturnas.

Realizar talleres con los pescadores para rescate de conocimiento tradicional de la pesquería de *Osteoglossum ferreirai* y recopilación de estadística disponible de extracción de arawana.

Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y sugerencias de ordenamiento de la pesca

Metodología

Para el desarrollo de la investigación se aplicará la siguiente metodología:

- Recopilación de información en literatura publicada y gris sobre *Osteoglossum ferreirae*
- Desarrollo de talleres con los pescadores para rescatar el conocimiento tradicional de la pesquería de arawana
- Recopilación de estadísticas disponible de extracción y comercialización
- Salidas de muestreo a las zonas de pesca para evaluar los sitios de pesca, determinar la densidad poblacional por conteos visuales de ejemplares en cada sitio mediante detección por linterna en faenas nocturnas.
- Identificar las áreas de pesca con geo posicionamiento, las épocas de pesca y los métodos de captura utilizados

Resultados esperados y productos:

Un documento técnico que debe contener la siguiente información:

Áreas de distribución y de pesca identificadas con geo posicionamiento

Métodos de pesca

Épocas de pesca

Estadística disponible de extracción

Resultados de la evaluación poblacional por conteo visual en zonas de pesca

Información sobre los conocimientos tradicionales sobre la especie

Sugerencia o recomendaciones de ordenamiento sobre la medida de veda establecida

Obligaciones:

Obligación 1. Evaluación de los sitios de pesca y determinar la densidad poblacional por conteos visuales de ejemplares por sitio mediante detección por linterna en faenas nocturnas.

Obligación 2. Identificar las zonas de pesca en la zona del río Bitá, Tomo y Tuparro

Obligación 3. Realizar talleres con los pescadores para rescate de conocimiento tradicional de la pesquería de *Osteoglossum ferreirai* y Recopilación de estadística disponible de extracción de arawana.

Obligación 4. Identificar las áreas de pesca con geo posicionamiento, épocas de captura y métodos de pesca

Obligación 5. Preparar y entregar un documento técnico final con los resultados, análisis y sugerencias de ordenamiento de la pesca

PROYECTO 14: Realizar publicaciones científicas en pesca y acuicultura

De estas dos publicaciones, la OGCI - AUNAP dispone del material y lo entregará al proponente, pero este se deberá contratar personal para realizar su revisión y ajustes, además de la conversión de textos de la publicación científica a normas APA internacionales, para su publicación indexada.

Obligaciones:

- Obligación 1. Contratar la edición y publicación de 500 ejemplares de carácter científico sobre resultados de investigaciones realizadas por la AUNAP, en pesca y acuicultura de 200 páginas.
- Obligación 2. Contratar la edición y publicación de 500 ejemplares de un documento técnico de pesca y acuicultura de 200 páginas.