



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

---

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE  
LA SALUD DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y  
SU AMBIENTE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

REGISTRO DEL SERVICIO  
SOCIAL POR  
INVESTIGACIÓN

**Análisis de la operación de un  
programa de mejoramiento genético  
participativo para *Betta splendens***

QUE PRESENTA EL ALUMNO

**José Ricardo Salinas Mollinedo**

2173082885

ASESORES

**Dr. Gabriel R. Campos Montes**

No. Económico: 34761

**Ing. David A. Martínez Espinosa**

No. Económico: 6285

México, D.F.

21 de noviembre de 2023

## Índice

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
1.    Acuicultura ornamental en Morelos .....	6
2.    Betta splendens.....	6
3.    Programas de mejoramiento genético y la investigación participativa ...	7
4.    Análisis de operaciones y del proceso productivo, del sistema y de la integración vertical y horizontal .....	8
5.    Matriz FODA y sus estrategias generadas .....	9
METODOLOGÍA.....	12
1.    Diseño de la operación del PMGP .....	12
2.    Descripción y análisis de operaciones del PMGP .....	13
RESULTADOS .....	14
1.    Análisis de los procesos del núcleo genético .....	14
2.    Análisis de los procesos de la unidad multiplicadora .....	34
3.    Análisis de los procesos de la unidad finalizadora 1 .....	42
4.    Análisis de los procesos de la unidad finalizadora 2 .....	46
DISCUSIÓN.....	53
CONCLUSIÓN.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue analizar la operación de un programa de mejoramiento genético participativo para pez Betta en el Estado de Morelos. Mediante la visita, observación y entrevista a los actores de la cadena productiva, fueron construidos diagramas de flujo para conocer el orden y dirección de los procesos llevados a cabo en cada unidad de producción perteneciente al programa. De esta manera se realizó la descripción de los procesos operativos de cada estrato del programa y el análisis de operaciones de estos. Con la información obtenida se identificaron los factores internos y externos, que ayudaron a la construcción de las matrices FODA para cada estrato del programa. Los resultados obtenidos muestran que existen procesos operativos que deben modificarse para reducir las fallas y hacerlos más confiables. Es destacable que tanto la unidad multiplicadora como las unidades finalizadoras carecen de registros productivos. Además, de llevar un manejo deficiente de las densidades poblacionales en cada proceso que retrasa el crecimiento alargado los tiempos de producción. De la misma manera, el núcleo genético presenta una inadecuada planeación de espacios lo que dificulta la producción continua de reproductores mejorados genéticamente. En base a lo anterior podemos confirmar que el análisis de operaciones dentro de los programas de mejoramiento genético participativo favorece la generación de estrategias para la mejora operativa del mismo.

## INTRODUCCIÓN

En México la acuicultura ornamental es una actividad que genera ingresos a las comunidades que antes eran agrícolas y ganaderas (Martínez *et al.*, 2010) y contribuye a la subsistencia de quienes se dedican a ella (Vega, 2008; FAO, 2014). El estado de Morelos cuenta con 309 Unidades de Producción Acuícolas (UPA's) y genera aproximadamente 5 mil empleos directos e indirectos, lo que lo ha llevado a ser el más importante en México, con una producción de 23 millones de organismos en 2020 que fueron comercializados principalmente en Ciudad de México, Jalisco y Nuevo León (Agricultura Morelos, 2021).

Entre las principales variedades de peces de ornato que se producen en Morelos, se encuentra el *Betta splendens*, que es popular por sus colores llamativos, el tamaño de sus aletas y es de fácil mantenimiento. En la actualidad los productores de bettas presentan un problema de competencia a causa de los organismos importados que representan el 48 % de la comercialización anual de peces de ornato y que son superiores en cuanto a su calidad estética (CONAPESCA, 2021). Para abordar este problema es necesario tener en cuenta factores que intervienen en el sistema de producción, donde la mayoría de las UPA's son semiintensivas, con poca capitalización y múltiples especies de baja calidad estética (Martínez *et al.*, 2010). Lo anterior requiere la unión de esfuerzos de los diferentes actores de la cadena productiva para generar programas de mejoramiento genético que coadyuve a solucionar el problema antes mencionado.

El mejoramiento genético es un programa sistemático y estructurado que busca incrementar la productividad de los sistemas de producción aprovechando la variabilidad genética de la especie (Muller *et al.*, 2015; Tessi, 2020) e impulsan el desarrollo en las regiones donde se emplean (FAO, 2010). Se estructuran de manera piramidal en unidades de producción que cumplen con una determinada función (Martínez y Figuera, 2007). Las UPA's que funcionan como núcleo genético (NG) son donde se realizan los programas de selección y control de consanguinidad y este transfiere un grupo de las familias seleccionadas a las unidades de

producción acuícolas multiplicadoras (UPAM). Las UPAM multiplican y dispersan el material genético hacia el usuario final, por lo que tienen una vocación reproductiva y crían organismos para las unidades de producción acuícolas finalizadoras (UPAF). Estas últimas realizan el crecimiento de los peces y su comercialización (Gjedrem & Baranski, 2009).

Una alternativa a los programas de mejoramiento tradicionales es el mejoramiento genético participativo (PMGP), este se caracteriza por organizarse de forma horizontal y equitativa para la toma de decisiones dentro del programa y emplea estrategias que surgen de las necesidades de productores, involucrando aspectos sociales, culturales y ecológicos. La organización horizontal puede dificultar el impulso a un mercado competitivo, como es el de los peces de ornato, ya que al ser todos participes en la toma de decisiones es difícil llegar a acuerdos de manera rápida y organizada (Muller *et al.*, 2015; Tessi, 2020). Dado lo anterior, es importante realizar el análisis de operaciones (AO) de estos programas, es decir analizar los elementos productivos y no productivos de las operaciones, con la finalidad de conseguir mejorar la calidad del sistema de producción (Niebel & Freivalds, 2009). Para dicho análisis se utiliza la implementación de herramientas como la matriz FODA (Fortalezas – Oportunidades – Debilidades – Amenazas), la cual es importante ya que permite a una organización conocer y corregir los problemas de sus procesos, de esta manera podrán visualizar un mejor futuro mediante la implementación de diversas estrategias, mediante las cuales se podrá abordar de manera concreta los problemas de la organización (Ramírez, 2009).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar la operación de un PMGP para *Betta splendens* en unidades de producción acuícola ornamental ubicadas en el Estado de Morelos.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Acuicultura ornamental en Morelos

La ubicación del Estado de Morelos hace que las condiciones climáticas sean idóneas para las actividades acuícolas, acompañadas de los sistemas hidrológicos de la región y la cercanía con los principales centros de comercio en la Ciudad de México, han ayudado al desarrollo de proyectos acuícolas (Romero, 2018). Lo anterior ha llevado a Morelos a ser el principal productor de peces de ornato del país, con 309 Unidades de Producción Acuícola (UPA's), las cuales se distribuyen en 17 municipios. Además, para el 2020 se tuvo una producción en el Estado de aproximadamente 23 millones de organismos, generando aproximadamente 5 mil empleos directos e indirectos, promoviendo la participación tanto de hombres como mujeres y con ello se evita la migración regional en busca de trabajo (Agricultura Morelos, 2021). El estado reportó una tasa de crecimiento del 30% en este sector durante la década de los noventa y los primeros años del siglo XXI. Se pueden apreciar la existencia de sistemas de producción extensivos, intensivos y en su mayoría semiintensivos, los cuales se diferencian por su infraestructura y su forma de producción (Martínez *et al.*, 2010).

### ***Betta splendens***

El *Betta splendens* es un pez del orden Perciformes perteneciente a la familia *Osphronemidae* (CONABIO, 2017). En estado silvestre vive en aguas poco profundas como charcas, canales de riego y campos de arroz, las temperaturas ideales del agua donde habita deben de ser de 26° C a 30° C y es originario de Tailandia, Camboya, Laos y Malasia. Los machos de *B. splendens* son territoriales y con un comportamiento agresivo, aunque la agresividad ante una hembra es significativamente menor que la exhibida ante otro macho (Martínez, 2008).

Cuentan con una estructura anatómica característica denominada laberinto que les

permite aprovechar el oxígeno atmosférico (Gallo, 2017). Posee un cuerpo alargado y comprimido lateralmente, miden un máximo de 6 cm y presentan un marcado dimorfismo sexual, siendo las hembras las de menor talla, los machos poseen una aleta caudal larga, ancha y circular en forma de abanico cuando se despliega, las aletas dorsales y anales son alargadas y también pueden desplegarse para intimidar machos rivales o bien para atraer a las hembras en época de reproducción (Martínez, 2008; CONABIO, 2017).

Los peces bettas son preferidos por sus colores, el tamaño de sus aletas y su poca exigencia en el cuidado diario. Estos se encuentran entre las principales variedades de peces de ornato comercializadas y generalmente el precio de venta de los machos es más elevado que el de la hembra (Gallo, 2017).

### **Programa de mejoramiento genético y la investigación participativa**

Los programas de mejoramiento genético (PMG) son programas sistemáticos y estructurados que buscan incrementar la productividad de los sistemas, aprovechando la variabilidad genética de la población y de la especie. Se pueden definir dos tipos de PMG: El tradicional, que consiste en una estructura de tipo piramidal, se lleva a cabo a gran escala en regiones desarrolladas, su éxito se basa en la excelente organización, la implementación de tecnología y se organizan en dos o tres niveles con respecto a su nivel genético: Núcleo genético, multiplicadoras y unidad de crecimiento, donde el núcleo genético puede ser estructurado de forma cerrada o abierta. La diferencia entre estos es que en el núcleo cerrado solo se trabaja con organismos producidos y criados en este, mientras que en los núcleos abiertos la introducción de nuevos organismos puede generar alteraciones en la tasa de ganancia genética, al tiempo que permite disminuir la tasa de consanguinidad (Muller *et al.*, 2015; Tessi, 2020). Por otro lado, a mediados de la década de los ochenta, surgen los Programas de Mejoramiento Genético Participativos (PMGP), los cuales son una alternativa para sistemas de menor escala, suelen tener infraestructura precaria e involucran estrategias comunitarias,

es decir, sus objetivos son definidos de manera conjunta entre los actores involucrados (Ríos, 2003; Cadena *et al.*, 2013; Muller *et al.*, 2015). De esta manera los PMGP utilizan la investigación participativa, que es un método que se distingue por la participación de los grupos sociales en la toma de decisiones. Se basa en proporcionar a la comunidad los medios para llevar a cabo acciones que ayuden a resolver temas definidos por la propia población como relevantes. De esta manera, los productores se convierten con la ayuda de los investigadores, en analistas de su propia realidad, identificando aspectos considerados como clave en torno al tema-problema de la investigación, lo que genera una ruptura con los enfoques tradicionales de la investigación (Francés *et al.*, 2015). Además, es destacable que estos programas son útiles en la acuicultura ornamental, debido a que es un sector que se caracteriza por una poca capitalización que cuenta con un mercado fundamentado en las características estéticas de los peces, las cuales pueden responder bien a un PMGP. (Rivero *et al.*, 2016, 2020).

### **Análisis de las operaciones y del proceso productivo, del sistema y de la Integración vertical y horizontal**

El análisis de operaciones (AO) es utilizado para estudiar los elementos productivos y no productivos dentro de una operación, con el propósito de incrementar la productividad por unidad de tiempo y lograr una reducción en los costos unitarios, al tiempo que se mantiene o se mejora la calidad y es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los ya existentes. Un AO requiere la implementación de nueve principios; el propósito de la operación, el diseño de partes, tolerancias y especificaciones, materiales, secuencia y procesos, preparaciones y herramientas, manejo de materiales, distribución de planta y diseño del trabajo (Niebel & Freivalds, 2009).

El oportuno AO de los procesos ayudará a la toma de decisiones sobre los enfoques tomados para llegar a los objetivos planteados. En este sentido la acción productiva de una organización puede presentar la incorporación de nuevas actividades

complementarias relacionadas con la producción, con el fin de mejorar la eficiencia productiva asociada a la disminución en los costos de producción y de transacción, al control de suministros y la mayor calidad del producto presentándose, de este modo, la integración de los productores de forma vertical. Pero podemos hablar de una integración de forma horizontal cuando existe la unión de dos o más empresas que se dedican a producir el mismo bien, con el objetivo de producirlo en una organización única (Tamayo & Piñeros, 2007). La integración horizontal se diferencia de la integración vertical ya que en la primera se involucran UPA's que son directas competidoras, mientras que la segunda, involucra UPA's que producen en diferentes etapas de la producción (Peyrefitte *et al.*, 2002).

### **Matriz FODA y sus estrategias generadas**

Las siglas FODA provienen de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (Ponce, 2007). Dentro de un proceso de AO se requiere de herramientas como la matriz FODA, la cual es importante en la planeación estratégica. Esta permite a una organización la visualización y construcción de su futuro, y se puede describir como un proceso para determinar los mayores propósitos de una organización y las estrategias que orientarán la adquisición, uso y control de los recursos, para realizar esos objetivos. El proceso para desarrollar una planeación estratégica puede variar en cuanto al número de etapas, normalmente se considera, entre otros, los siguientes elementos: la identificación de la visión y misión, el análisis de las condiciones internas y externas, la formulación de estrategias su implantación y control (Ramírez, 2009).

En este sentido el análisis FODA permite realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles para el diagnóstico de la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, una vez identificados los aspectos fuertes y débiles de una organización se debe proceder a la evaluación de ambos (Ponce, 2007). Es fundamental definir cada parte de una matriz FODA para tener claro cómo identificarlas, considerando que las fortalezas y debilidades son factores internos y

las oportunidades y amenazas son externas (Ramírez, 2009). Los elementos de una matriz FODA son:

- Las *fortalezas* serán aquellas que sean competentes para la organización, se traduce en aquellos elementos que estando bajo su control, generando beneficios presentes y con posibilidades atractivas en el futuro.
- Las *debilidades* serán las carencias, algo en lo que la organización tiene bajos niveles de desempeño y por tanto es vulnerable, denota una desventaja ante la competencia, con posibilidades pesimistas para el futuro.
- Las *oportunidades* son aquellas circunstancias del entorno que son potencialmente favorables para la organización y pueden ser cambios o tendencias que se detectan y que pueden ser utilizados para alcanzar o superar los objetivos.
- Las *amenazas* son los factores del entorno que resultan en circunstancias adversas que ponen en riesgo el alcanzar los objetivos establecidos y crean una condición de incertidumbre e inestabilidad en donde la empresa tiene poca o nula influencia.

Como parte de la planeación estratégica se incluye la identificación de las oportunidades y amenazas externas de una empresa, la determinación de las fortalezas y debilidades internas de la misma, el establecimiento de objetivos a largo plazo, la creación de estrategias alternativas y la elección de estrategias específicas a seguir, con las cuales se elevará la productividad de los procesos de la empresa (Fred, 2003).

De acuerdo con Ponce (2007) una vez realizada la matriz FODA, el siguiente paso es la elección y ejecución de la una estrategia que más se adapte a la empresa, la cual definirá el futuro de las operaciones de esta. De esta manera se desarrollan cuatro tipos de estrategias:

- Estrategia FO o Maxi-Maxi: Potencialmente es la estrategia de más éxito, se aplica a las fuerzas internas de la empresa para aprovechar la ventaja de las oportunidades externas. Es decir, si se tienen debilidades, se procurará superarlas y convertirlas en fuerzas. Si enfrenta amenazas, las sorteará de modo que pueda concentrarse en las oportunidades que tiene frente a sí.
- Estrategia FA o Maxi-Mini: Aprovechan las fuerzas de la empresa para evitar o disminuir las repercusiones de las amenazas externas.
- Estrategia DA o Mini-Mini: Son tácticas defensivas que pretenden disminuir las debilidades internas y evitar las amenazas del entorno. En realidad, una empresa así quizá tiene que luchar por su supervivencia, fusionarse, reducirse, declarar la quiebra u optar por la liquidación.
- Estrategia DO o Mini-Maxi: Son estrategias de desarrollo que ayudan a superar las debilidades de la empresa, con el fin de aprovechar las oportunidades.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño de la operación del Programa de Mejoramiento Genético Participativo (PMGP)**

El PMGP se estructuró de forma colaborativa en conjunto con la asociación de Productores Mexicanos de Acuicultura Ornamental A.C. (PROMAO) y el Laboratorio de Sistemas Acuícolas de la Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco (LSA-UAMX). Se diseñó la transferencia del material genético mejorado (figura 1) y se acordó como objetivo del programa *“llevar al mercado peces betta con mayor calidad estética”* excluyendo los colores corporales claros. Lo anterior se definió por medio de una entrevista grupal no estructurada con los productores pertenecientes a PROMAO AC.

El PMGP en su fase piloto cuenta con un núcleo genético (NG), una unidad de producción acuícola multiplicadora (UPAM) y dos unidades de producción acuícola finalizadoras (UPAF). El NG es operado por el LSA-UAMX, (el cual se encuentra en Calzada del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Coyoacán, 04960 Ciudad de México, CDMX.), y es ahí donde se mantiene la población fundadora, se realizan los procesos de evaluación productiva, control de consanguinidad y selección. La UPAM se encuentra en el Estado de Morelos en el municipio de Jiutepec, esta se encarga de multiplicar los peces seleccionados por el NG. Mientras que las UPAF se encuentran en los municipios de Jojutla y Emiliano Zapata, y estas se encargan de finalizar los alevines que provienen de las UPAM y de buscar los canales de comercialización más adecuados para el PMGP.

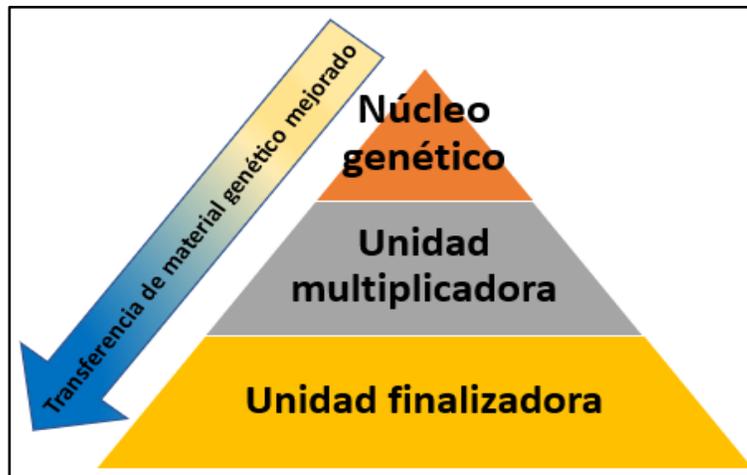


Figura 1. Pirámide de transferencia de material genético mejorado para el PMGP.

### **Descripción y análisis de operaciones (AO) del PMGP**

La descripción de los procesos llevados a cabo dentro del PMGP fueron comparados con un modelo de referencia procedimental dado por la literatura consultada, de la misma forma se realizó la comparación de los procesos entre cada estrato del programa.

El AO se llevó a cabo mediante la visita, la observación de los procesos operativos y entrevistas a los actores de la cadena productiva pertenecientes al programa. Con la información obtenida se realizaron diagramas de flujo de los procesos operativos que se llevan a cabo en cada estrato, con la finalidad de conocer el orden, los tiempos y la jerarquía de los procesos. De esta manera los diagramas sirvieron para identificar los aspectos productivos y no productivos del PMGP, esto permitió la construcción de matrices FODA tipo negocio. Con la construcción de estas se identificaron y analizaron los problemas presentes en cada unidad. De esta forma la información obtenida sirvió para la construcción de estrategias para cada nivel productivo del programa, la cual sirvió para proponer correcciones a las operaciones y a las secuencias de estas, de esta forma se buscó optimizar el proceso del PMGP.

## **RESULTADOS**

### **Análisis de los procesos del NG**

#### ***Definición de criterios de selección y colecta del material biológico***

La definición de los criterios de selección de forma colaborativa sirvió para identificar las expectativas y demandas de los productores y a partir de estos se acordó el objetivo del programa. Los criterios de selección para alcanzar el objetivo definido junto con los productores fueron el tamaño del cuerpo a los 3 meses y la existencia de una relación adecuada (1:1) entre las aletas caudal y dorsal (IBC, 2022).

Así mismo, al tener en el programa un núcleo genético abierto, se obtuvo el material biológico de diferentes orígenes: El NG comenzó sus operaciones con 125 organismos, de los cuales 50 peces tenían un proceso de adaptación al ambiente y manejo de las granjas de Morelos, ya que eran provenientes de las granjas participantes en el programa. Mientras que 75 organismos fueron importados, los machos provenían de Bangkok, Tailandia y las hembras de Singapur. (Proceso 1.1).

#### ***Planificación y uso de instalaciones***

El núcleo genético fue ensamblado en el Laboratorio de Sistemas Acuícolas perteneciente al Depto. del Hombre y su Ambiente de la UAM Xochimilco ubicada en Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04960, CDMX.

Para lo anterior, se llevó a cabo un inventario de todo el material disponible dentro de las instalaciones del núcleo genético (NG) (Anexo 1), así mismo se planificó el uso de instalaciones para lograr este proceso, se contemplaron dos muebles para colocar peceras de 10 y 20 litros las cuales albergaron a los machos y hembras respectivamente, además, en estos mismos dispositivos se tenía destinado la zona

de reproducción. En el NG no fueron planificados espacios destinados para la etapa de crecimiento de alevines, lo anterior fue resultado de una mala planeación y de una mala optimización de espacios para esa función.

A continuación, se describen las operaciones y acciones que constituyen la secuencia de pasos que se realizan para la producción del NG.

### ***Aislamiento preventivo (cuarentena)***

#### Modelo procedimental referencial:

La primera operación que se describe es la cuarentena. El área de cuarentena es muy importante ya que aquí llegan los organismos nuevos, el propósito primario de esta es reducir el riesgo de introducción de patógenos. (ICES, 2005; Cost, 2016). Los tanques de cuarentena pueden ser de distintos tamaños, dependiendo de los animales que vayan a contener, además, el agua utilizada está contenida en un sistema de circulación cerrado (Cost, 2016).

En *Bettas splendens* la cuarentena se hace para evitar que los peces que van a ingresar nuevos a la piscícola puedan contaminar las instalaciones y los demás animales. Los animales son recibidos y puestos en cuarentena durante 40 horas, por lo general este proceso comienza con cada animal en un recipiente generalmente es utilizado un vaso desechable, en caso de que los peces lleguen enfermos se le suministrará el tratamiento adecuado, en algunos casos el agua es tratada con trimetoprima como antibiótico y metronidazol como desparasitante (Velázquez & Correa, 2012).

#### Análisis retrospectivo:

Sin importar el origen de los organismos que llegaron al NG, las bolsas de plástico en las que fueron transportados los organismos se desinfectan con Soluvet® el cual

tiene como ingrediente activo especies activas de cloro y oxígeno a una dilución de 1:50. Posteriormente se aclimataron por 2 horas a una temperatura de 22°C. Una vez pasado este tiempo, se colocaron en aislamiento preventivo por 15 días, en peceras previamente desinfectadas con cloro y anticloro, cada macho se colocó en un acuario de 10 litros, los cuales se llenaron con 5 litros de agua madura, mientras que las hembras fueron colocadas por lotes en acuarios de 20 litros donde se colocaron 5 hembras en cada uno, con 15 litros de agua madura. Además, en todos los acuarios se puso microalga (*Chlorella sp*), 0.5 gramos de sal por litro como tratamiento preventivo contra ectoparásitos y además se aplicó 1 gota de azul de metileno por cada 2 litros de agua como bacteriostático. Los organismos recibieron alimento balanceado dos veces al día, el fondo de los acuarios se limpió por sifoneo y se realizó un recambio de agua del 50 % cada semana.

En caso de la aparición de alguna enfermedad se identificó la sintomatología de los peces para la aplicación de distintos tratamientos. Para enfermedades producidas por bacterias se utilizó azul de metileno o dependiendo el caso el antibiótico correspondiente, en el caso de la aparición de hongos se implementó el azul de metileno o verde de malaquita y se usó metronidazol contra parásitos. Los organismos muertos fueron desechados e incinerados inmediatamente (Proceso 1.1).

Los procedimientos de aislamiento preventivo llevados a cabo dentro del NG no fueron iguales a los recomendados por la literatura. El NG realizó la modificación de los procedimientos para reducir la presencia de enfermedades y así tener un mejor manejo dentro de las instalaciones.

### ***Preparación de reproductores de Betta splendens***

Modelo procedimental referencial:

La siguiente operación que se describe es la preparación de reproductores. En la literatura, la descripción del proceso para la preparación de reproductores empieza por la adecuación del acuario que, generalmente, son de 10 litros, se llenan hasta tener una columna de agua de 15 cm, la cual no debe tener movimiento por lo que no se implementa aireación (Monvises *et al.*, 2009). La temperatura debe estar en un rango de 25.5 y 30 °C, con un pH de 6.5 a 8 y sin la presencia de cloro (Arauz, 2000; Martínez y Ramírez, 2016; Mills y Vevers, 1986, Citado por Navas, 2021).

Se recomienda colocar a una pareja sola con plantas acuáticas para la reproducción que sirvan como refugio para la hembra, se debe colocar una rejilla como separación para así evitar el contacto físico entre los reproductores y dar oportunidad a que el macho haga nido. Los reproductores se preparan días antes alimentándolos dos veces al día con pellet concentrado rico en proteína, y se va reduciendo la cantidad de alimento conforme se acerca el momento del apareamiento (Arauz, 2000; Arboleda, 2005; Rendón, 2020). Una vez establecidas las condiciones adecuadas para la reproducción, se seleccionan las parejas. Arauz, (2000) y Arboleda (2005) recomiendan tomar parejas fenotípicamente parecidas para que exista interés entre ellos y tenga éxito la reproducción.

#### Análisis retrospectivo:

En el NG se utilizaron acuarios de 10 litros destinados para la reproducción, que fueron rellenos con 6 litros de agua, dando por resultado una columna de agua de 15 a 17 cm. La zona donde inicialmente se planteó la etapa de reproducción, en primera instancia, mantuvo un rango de temperatura ambiental de 22 a 26° C, con temperaturas del agua en peceras con rangos de 20 a 23° C. El agua tenía un pH de 7.5, nitritos y nitratos con valores entre 0 mg/l, mientras que el amonio se presentó en concentraciones menores a 0.5 mg/l y con niveles de cloro igual a cero. La dieta de los reproductores consistió en el suministro del 3% de su peso corporal distribuido en dos dosis diarias de alimento comercial Silver cup “El Pedregal” ® con 50% de proteína y 16% grasa, cada tercer día se alimentó con *Tubifex sp* para que

los reproductores tuvieran una fuente de lípidos y así mejorar la calidad de los gametos (Torres, 2019). Una semana antes de cada cópula, fueron seleccionadas las parejas candidatas a reproducción, utilizando como los criterios siguientes; una talla similar, sin tomar en cuenta el color de los reproductores y si se encontraban en etapa reproductiva; los machos tendrían que presentar un nido de burbujas y en las hembras la existencia del abdomen abultado, se dio un ligero masaje en la región ventral del abdomen para saber si existía presencia de ovas (Proceso 1.3).

La literatura no menciona las condiciones ideales donde deben permanecer los reproductores. En el NG se buscó que estén el mayor tiempo posible cerca de las condiciones óptimas para garantizar el buen estado de los organismos y así tener buenos resultados en la etapa de reproducción. Los reproductores se mantuvieron en sistemas de recirculación con acuarios de 80 litros, en cada uno se colocaron entre 10 a 14 hembras con refugios hechos de rafia y se colocaron de 10 a 12 machos en vasos de plástico individuales dentro de cada pecera para evitar agresiones. Se utilizó un calentador de 150 watts, con lo que la temperatura del agua en las peceras fue desde los 29° a los 30°C.

#### Modificación al análisis retrospectivo:

Algunos de los procesos operativos descritos anteriormente son el resultado de modificaciones para mejorar el accionar de las operaciones dentro del NG. A causa del mal accionar del calentador del NG, la eficiencia reproductiva fue deficiente. Este proceso fue trasladado a otra zona dentro de las instalaciones, donde se tiene un rango de temperatura de 28° a 30°C para el ambiente y de 26° a 28°C en el agua de las peceras lo cual ha dado mejores resultados.

#### ***Reproducción de *Betta splendens****

#### Modelo procedimental referencial:

En el caso de la siguiente operación, se recomienda mantener una temperatura de 27° C en el agua para iniciar la reproducción. Durante la etapa reproductiva los organismos casi no comen por lo que se debe reducir la alimentación de estos.

Se debe colocar una pareja por pecera. Se introduce a la hembra en un recipiente flotando en el acuario o mediante la implementación de una rejilla de separación, el macho estará libre para comenzar el cortejo. Dicho cortejo empieza cuando el macho se acerca a la hembra, extendiendo sus aletas y abriendo sus opérculos. Todo esto estimula al macho y hace un nido de burbujas en la superficie, este nido está hecho para sostener a los huevos. Generalmente después del cortejo, que puede durar un mínimo de 2 a 3 horas y un máximo de 24 horas, y una vez construido el nido, se libera a la hembra para que se apareen. El desove ocurre después de que el macho envuelve el cuerpo de la hembra, lo que generalmente se conoce como “abrazo”, y los huevos son inmediatamente fertilizados. Antes de que lleguen al fondo, el macho recoge los huevos con la boca y los pone en el nido de burbujas. El apareamiento puede ser un proceso continuo de hasta 2 horas. Una vez que el macho comienza a agredir a la hembra es el indicador de que el apareamiento ha terminado, y está debe ser retirada para evitar que sea lastimada o se coma los huevos. El macho se encarga de cuidar el nido, durante la incubación de los huevos el macho no se aleja de este, constantemente estará moviendo el nido y los huevos. Además, les dará aireación con sus aletas y recoge los huevos que se desprenden del nido (Arboleda, 2005; Navas, 2021).

La eclosión debe ocurrir entre 24 y 48 horas tras la puesta. Entre el tercer y cuarto día después de que eclosionan, cuando los alevines empiezan a nadar solos, se debe retirar el macho del acuario para que no se convierta en una amenaza para éstos y se los coma debido al estrés. También se comienza a oxigenar el agua mediante una piedra porosa, ya que ellos aún no poseen el laberinto formado que les permite respirar oxígeno del aire (Arboleda, 2005; Navas, 2021).

### Análisis retrospectivo:

En el NG la etapa de reproducción se llevó a cabo a temperaturas bajas y poco controladas. Además, la dieta consistió en alimento balanceado dos veces al día y sin reducción de la cantidad suministrada.

Se utilizaron acuarios de 10 litros con 5 litros de agua, con una temperatura entre 20° y 23°C; en cada acuario se colocó una cubierta hecha de unigel para protección y estabilidad del nido.

Se colocó una pareja por acuario, la hembra se introdujo en un contenedor de aislamiento (Figura 2). Se dejaron así por un máximo de 48 horas para que el macho realizará el cortejo, con una revisión del acuario a las 24 horas. Si pasados los tiempos antes referidos existía la presencia de nido se liberaba a la hembra, dando un máximo de 48 horas para que se aparearan los reproductores, inmediatamente se colocó un refugio hecho de rafia para la hembra. Cada 24 horas se revisó la presencia de huevos, si existía la presencia de estos se retiraba a la hembra para evitar que fuera lastimada. El macho era dejado en el acuario para el cuidado del nido hasta la eclosión de los huevos, la cual se produjo en un tiempo de 24 a 48 horas. Una vez eclosionados los huevos fue colocada una fuente de aireación y retirado el macho para evitar que se comieran los alevines (Proceso 1.4).



Figura 2. Peceras para reproducción del *B. splendens*

Así mismo fueron registrados los números de identificación de los reproductores, la fecha de puesta y de eclosión de los huevos.

Los procesos llevados a cabo en esta etapa tuvieron como resultado una baja eficiencia reproductiva, ya que solo se tuvo eclosión del 30% de los nidos montados. Por lo que dichos procesos fueron mejorados y trasladados a otra zona.

#### Modificación al análisis retrospectivo:

Una vez modificados los procesos operativos del NG, se implementó una zona específica para reproducción y crianza la cual tenía una temperatura ambiental de 28° a 30° C y una temperatura del agua de 26° a 28°C.

Una acción que mejoró la eficacia es que una vez que se retiraba el macho, se revisó si existió la presencia de individuos de la familia *Ciliophora* comúnmente denominados ciliados, que son considerados depredadores de alevines en sus primeros días de vida. En caso de detectarse se le aplicó tratamiento a la pecera, el cual consistió en 1 gramo de sal por litro de agua, 2 gotas de azul de metileno y 100 ml de microalga del género *Chlorella*.

### **Crianza**

#### Modelo procedimental referencial:

La subsecuente operación en la crianza de las larvas, que se realiza una vez terminada la eclosión. Las larvas no deben ser movidas del acuario para evitar que mueran por el movimiento brusco del agua. Así mismo, al no poseer una boca desarrollada se alimentan del vitelo, el cual se absorbe en las primeras 48 horas. Las larvas no pueden nadar y quedan en posición vertical a la superficie, después

de la absorción del vitelo y tras desarrollarse la boca comienzan a alimentarse. Por lo que se debe suministrar alimento que sea apropiado para su cavidad bucal, en la alimentación inicial frecuentemente se usan infusorios o *Artemia salina* que por lo general dan valores de supervivencia del 90% (Arboleda, 2005; Navas 2021). Además, se recomienda que la dosis de alimento sea dos o tres veces por día, la *Artemia salina* puede ser utilizada como alimento durante el primer mes de vida. Después de este tiempo se debe combinar *Artemia salina* y alimento comercial para cría de peces, cuidando la cantidad aplicada para mantener la limpieza del acuario.

A los dos meses o dos meses y medio es recomendable separar las crías trasladándolas a otro acuario más grande, con una temperatura mínima de 26° C ya que las crías son susceptibles a temperaturas bajas (Tomassoni, 2002).

#### Análisis retrospectivo:

Los alevines se mantuvieron en los acuarios de 10 litros, y cumplidos tres días después de la eclosión fue aumentado el nivel de agua para cada acuario con 3 litros. Los alevines fueron alimentados después de 48 horas tras absorber el saco vitelino. Pasado el tiempo referido se empleó la microalga del género *Chlorella*. La dieta de los alevines consistió en dos dosis diarias y, dependiendo de la edad de los alevines, se aplicó el alimento vivo correspondiente. Del segundo día al quinto post eclosión se proporcionó *Turbatix aceti*, a partir del sexto día la dieta consistió en *Panagrellus redivivus* y nauplio de *Artemia salina*. Una vez que los alevines llegaron a los 30 días, se suministró alimento balanceado para peces omnívoros Silver cup “El pedregal” ® en micropartícula menor a 0.04 mm, con 50% de proteína y 16 % de grasa.

Dentro del NG se llevaron a cabo ajustes de densidad poblacional a las 4 y 8 semanas de edad, utilizando peceras de 10 y 20 litros respectivamente con la finalidad de garantizar un crecimiento homogéneo y la optimización de espacios. Estos ajustes de densidad se hicieron usando el agua de los acuarios donde se

encontraban los alevines y agua nueva, así se buscó mantener las condiciones en las cuales se encontraban los alevines.

Se revisó cada tercer día la existencia de ciliados dentro de los acuarios de crianza hasta que los alevines llegaron a una talla de 1 centímetro (Proceso 1.5). Si se encontró la presencia de estos, se hizo un recambio de agua del 50% y se aplicaron 1 gramo de sal por litro de agua, 2 gotas de azul de metileno y 100 ml de microalga como tratamiento para reducir la densidad de estos organismos (Figura 3).



Figura 3. Peceras de crianza de *B. splendens* con tratamiento contra ciliados

## **Selección intrafamiliar temprana**

### Modelo procedimental referencial

La selección intrafamiliar es la siguiente operación realizada, esta es un tipo de selección familiar. En ella, se considera a cada familia como una subpoblación provisional y la selección se realiza independientemente dentro de cada familia. Los organismos son medidos para decidir cuáles reservar y cuáles serán descartados, se ordenan los peces de cada familia y se reservan los mejores de ellos. En esta forma de selección, se deben conservar de 10 a 20 peces de entre 15 y 30 familias. Además, en la selección se debe dejar de lado el criterio personal del seleccionador y apegarse a los criterios de selección previamente establecidos (FAO, 1996).

### Análisis retrospectivo:

Se llevó a cabo una selección temprana a las 8 semanas de edad, utilizando como criterio el color de los organismos y el largo patrón. Los organismos con cuerpos de colores claros se mantuvieron aparte en contenedores de engorda individuales para mantener su identificación. La selección para largo patrón se realizó en familias con mínimo de 10 individuos, con la expectativa de obtener el 20% machos y 60% hembras superiores.

El largo patrón de cada individuo se midió con un ictiómetro diseñado para peces de ornato, registrándose en la bitácora junto con el sexo, posteriormente el pez fue clocado en un recipiente de plástico. El proceso se repitió con cada individuo hasta completar el número de organismos necesarios y a partir de ahí, cada organismo que presentó un valor superior sustituyó al de menor valor de los medidos previamente. Si no alcanzaron los organismos para completar el número necesario se tomaron los peces de color claro.

Aquellos organismos con mejor registro fueron seleccionados y trasladados a los acuarios de origen para mantener la identificación familiar. Los organismos no seleccionados fueron mandados a un contenedor de engorda comunitario y posteriormente fueron envasados como si fueran para su venta (Proceso 1.7).

### **Crecimiento individual**

#### Modelo procedimental referencial

El siguiente proceso operativo es el crecimiento individual. El *Betta splendens* es conocido por su comportamiento territorial, por lo que defienden su territorio contra

machos y hembras de su misma especie (Gallo, 2017). Por lo que es muy importante dentro de un sistema de producción separar las crías entre los 45 y 60 días de edad, lo recomendable es separarlos en recipientes individuales con un volumen mínimo de 500 ml (Velázquez y Correa, 2012).

Análisis retrospectivo:

A las 12 semanas de edad los alevines fueron trasladados de los acuarios de 20 litros a contenedores individuales de engorda de 600 ml con 400 ml de agua (Figura 4ª y Proceso 1.6). A cada organismo se le asignó un código de identificación, el cual contiene 8 dígitos, donde se encuentra el año de eclosión, la familia a la que pertenece, el sexo y el número de individuo (Figura 4b).



Figura 4. A) Envasado de *B. splendens* en contenedores individuales b) Significado del código de identificación usado en el NG

La dieta en esta etapa consistió en dos dosis diarias de alimento balanceado para

peces omnívoros silver cup “El pedregal” ® con 50% de proteína y 16 % de grasa, el cual tiene un tamaño de 0.6 mm.

El mantenimiento consistió en cambios de agua y de contenedor cada semana, para buscar el buen estado de los organismos. Los contenedores de aislamiento desechados fueron lavados con cloro y anticloro para su reutilización.

## **Segunda selección Intrafamiliar**

### Análisis retrospectivo:

En el caso de la siguiente operación se describe la segunda selección familiar realizada. A las 15 semanas de edad se llevó a cabo otra selección intrafamiliar (Proceso 1.7), utilizando como criterios la proporción entre las aletas caudal y dorsal y el largo patrón de todos los organismos (Figura 5). Para llevar a cabo la medición de las aletas, los organismos fueron sedados con mentol, utilizando una dosis de 1 ml/l de agua. Dicha dosis fue modificada para el *Betta splendens* de (Cunha *et al.*, 2020). Los organismos entran en la etapa de sedación cuando existe una pérdida de la respuesta a estímulos visuales y táctiles, disminución del ritmo opercular y pérdida del equilibrio (Bauquier *et al.*, 2013).

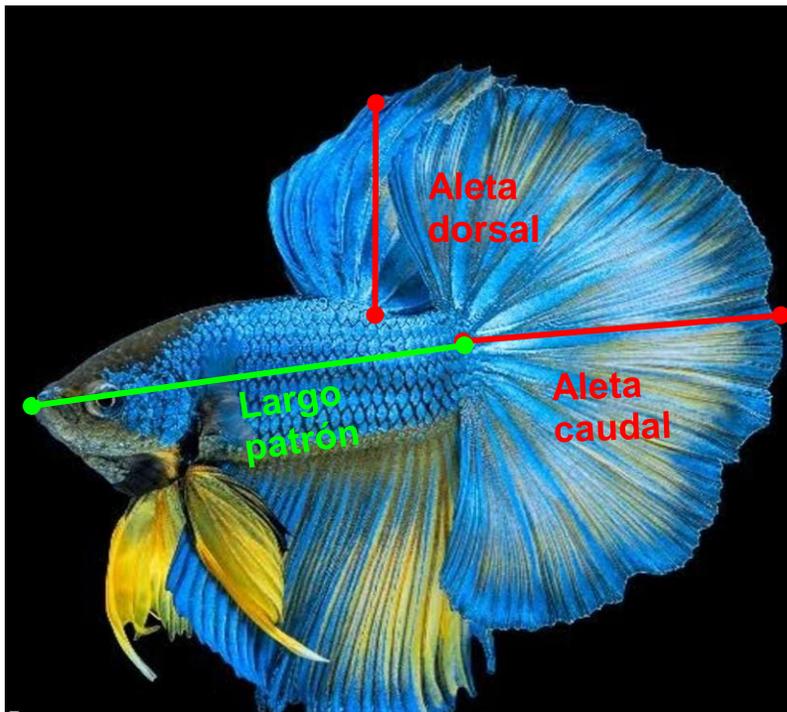


Figura 5. Imagen representativa de las mediciones para largo patrón, aletas caudal y dorsal en el *Betta splendens*.

La intensidad de selección aplicada fue del 50% siempre y cuando la familia tuviera 4 machos y 10 hembras, en caso de no tener los números antes referidos se mantuvo a toda la familia.

A partir de este resultado el NG monto desoves considerando el 10% superior a la población en machos y hembras para recuperar los reproductores que son trasladados al siguiente estrato dentro del PMGP. Dichos reproductores fueron seleccionados previamente por la selección intrafamiliar.

El NG se encargó de la búsqueda de canales de destino más adecuados para aquellos organismos que no cumplían con los criterios del programa.

## **Análisis de las operaciones del NG**

### Matriz FODA

La estrategia para maximizar las fortalezas y oportunidades consiste en la implementación de un plan de mejora operativa que considere la adecuada planeación de los espacios y la capacitación del personal a cargo del NG. Así mismo, la estrategia para minimizar las debilidades es aprovechar las oportunidades que se presentan mediante la implementación de tecnologías para el correcto funcionamiento del NG, como lo son la instalación de calentadores permanentes, de esta forma se mantendrá un mejor control de la temperatura.

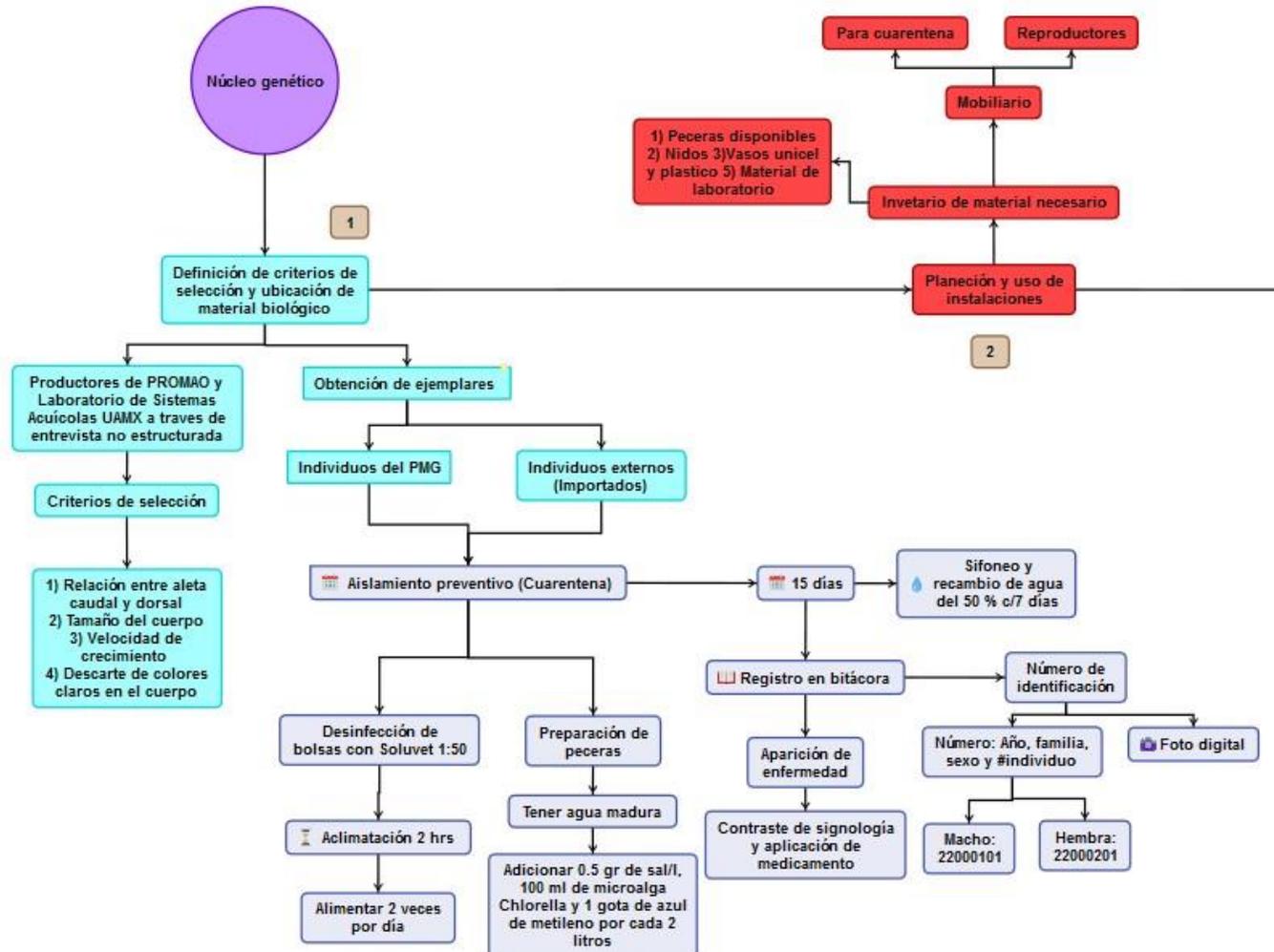
Por otro lado, la implementación de un plan financiero cuyas estrategias disminuyan los costos de producción, como lo es abaratar costos de los insumos utilizados y la planificación de presupuesto preventivo para eventos sociales. De esta manera se potenciarán las fortalezas y reducirán las amenazas de la unidad. Además, la revisión de la capacidad operativa de las unidades de producción y el traslado del NG a una unidad perteneciente al PMGP, reducirá el impacto de las debilidades y amenazas (Cuadro 1).

Con lo descrito anteriormente, el NG necesita la implementación de una estrategia Maxi-Maxi con la ejecución de un plan de mejora operativa, ya que es una estrategia que garantiza el éxito y de esta manera se modificarán las operaciones con vistas a mejorar el funcionamiento del núcleo sin perder de vista las debilidades presentes.

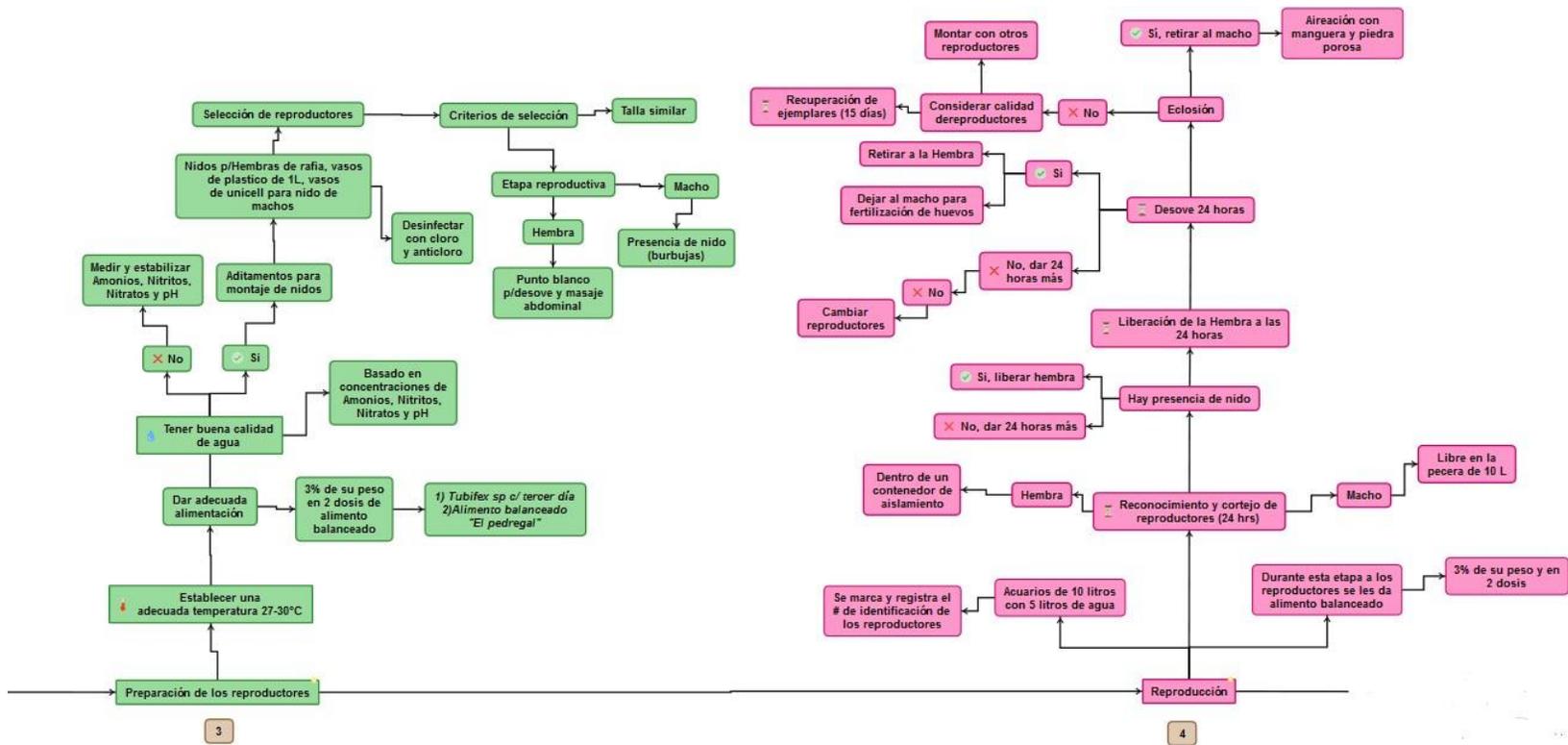
<b>Matriz FODA del Núcleo genético</b>		
<p>Factores Internos</p> <p>Factores externos</p>	<p><b>Lista de Fortalezas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se encuentra en una institución de educación superior</li> <li>2. Personal capacitado que lleva buenas medidas de bioseguridad</li> <li>3. Control de consanguinidad y productivo</li> <li>4. Toma y registro de las variables</li> <li>5. Producción de alimento vivo</li> </ol>	<p><b>Lista de Debilidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dependencia de equipos para el control de la temperatura</li> <li>2. No hay control en la entrada de agua</li> <li>3. No hay personal fijo</li> <li>4. Mal programación de la dieta</li> <li>5. Deficiente planificación de espacios</li> <li>6. Sufre en el control de ciliados</li> </ol>
<p><b>Lista de Oportunidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hay un mercado que paga la calidad del Beta splendens.</li> <li>2. Capacitación periódica del personal</li> <li>3. Formulación de puntos para la planeación operativa</li> <li>4. Adquisición de tecnología que ayude a mejorar la operatividad</li> <li>5. Abaratar costos</li> </ol>	<p><b>Estrategia para maximizar tanto F como O</b></p> <p>Plan de mejora operativa que considere la adecuada planificación de espacios y del personal a cargo.</p>	<p><b>Estrategia para minimizar las D y maximizar las O</b></p> <p>Implementación de tecnologías para el correcto funcionamiento del NG, como lo son los calentadores.</p>
<p><b>Lista de Amenazas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sensible a cambios de administración (presupuestos)</li> <li>2. Paros estudiantiles y huelgas de trabajadores</li> <li>3. Alza de precios en los insumos requeridos</li> </ol>	<p><b>Estrategia para maximizar F y minimizar A</b></p> <p>Plan financiero, que considere la disminución de costos de producción y la planificación de presupuesto preventivo para eventos sociales.</p>	<p><b>Estrategia para minimizar D y A</b></p> <p>Revisión y mejora de la capacidad operativa de las unidades de producción</p>

Cuadro 1. Matriz FODA de los procesos operativos del NG.

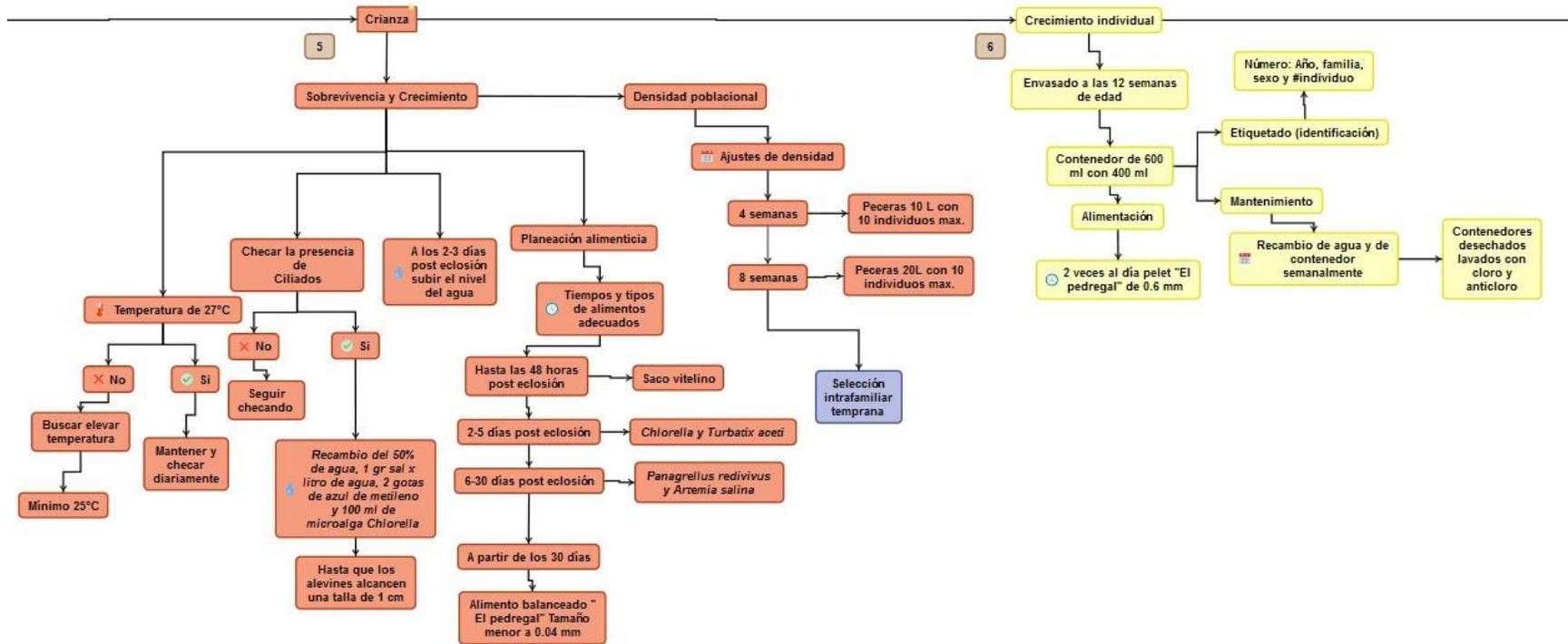
Proceso operativo 1. Diagrama de flujo del proceso operativo del NG.



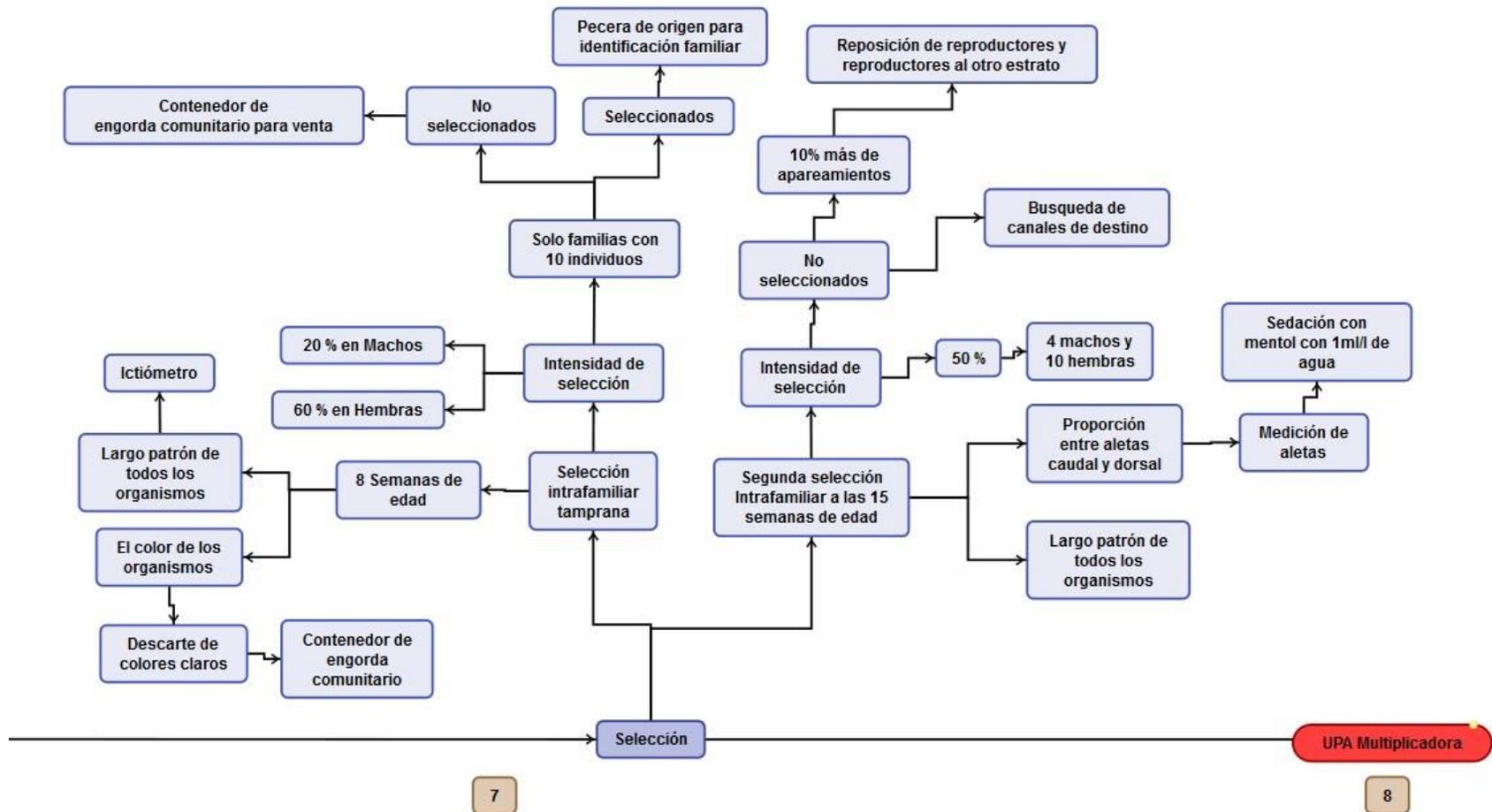
Proceso 1. Procesos operativos del NG, 1) Definición de criterios de selección, ubicación del material biológico y aislamiento preventivo, 2) Inventario y uso de instalaciones.



Proceso 1. Procesos operativos del NG, 3) Preparación de reproductores y 4) Reproducción.



Proceso 1. Procesos operativos del NG, 5) Crianza y 6) Crecimiento individual.



Proceso 1. Proceso operativo del NG, 7) Procesos de selección dentro del NG.

## **Análisis de los procesos de la UPA Multiplicadora (UPAM)**

Dentro del PMGP, la UPAM ubicada en Jiutepec Morelos se encarga de multiplicar el material genético mejorado, de esta manera abastece a las UPAF y proporciona material biológico al NG.

### ***Aislamiento preventivo (cuarentena) y selección de parejas***

La primera operación de la UPAM es la cuarentena. Los organismos provenientes del NG fueron puestos en aislamiento preventivo entre dos a tres días, dependiendo del comportamiento de los reproductores y su estado de salud. El tratamiento aplicado consistió en 4 gramos de sal por litro de agua y 1 gota de verde de malaquita por cada 4 litros de agua, enfocado a la prevención de hongos, ectoparásitos y bacterias. Durante esta etapa la dieta de los reproductores consistió en dos dosis diarias de alimento balanceado para peces omnívoros Silver cup “Pedregal” ® de 0.6 mm con 50% de proteína y 16 % de grasa (Proceso 2.1). En comparación los tiempos de cuarentena fueron más cortos que en el NG, debido a la certeza de la calidad sanitaria de los organismos.

Una vez que el personal encargado de la UPAM da por terminado el aislamiento preventivo, los organismos fueron colocados en contenedores individuales de un litro y se procedió a seleccionar las parejas que entraron a reproducción. Para aumentar la probabilidad de éxito en la reproducción, la selección se basó en una talla y colores similares de cada pareja. De acuerdo con el personal encargado de la UPAM.

En cambio, el NG basó la selección de parejas en organismos que se encontraran en etapa reproductora y no por el color de estos. Lo anterior nos indica la necesidad de homogeneizar los procesos entre los estratos del PMGP. De esta manera se reducirán las diferencias operativas de los participantes del PMGP, lo que se

reflejaría en una evaluación más sencilla de los procesos del programa.

### ***Reproducción de Betta splendens***

La siguiente operación llevada a cabo por esta unidad es la reproducción de los organismos. La UPAM contó con tres lotes de *B. splendens* con distintos orígenes, por lo que la etapa de reproducción se llevó a cabo cada tres semanas, solo aquellos organismos sanos y activos entraron a reproducción (Proceso 2.2). El proceso comenzó con la desinfección del material utilizado para los nidos. Posteriormente se colocaron por parejas en las tinas (Figura 6) con 4 litros de agua con una temperatura de 27°C. Posteriormente se taparon por 30 minutos con una cortina negra, ya que la productora consideró que este proceso ayuda a la conducta de cortejo entre los reproductores. Una vez pasado el tiempo mencionado, en cada tina se colocó un plástico de 6 x 9 centímetros para dar estabilidad y protección al nido.

Terminado el proceso fue liberado el macho y después de 4 horas la hembra. Una vez libre la pareja, la tina de plástico fue cubierta con una tapa de unicel. Después de un máximo de 48 horas se revisó si existió la presencia de desove, pasado el tiempo antes referido la hembra fue retirada de la tina para evitar que fuera lastimada. El macho fue retirado una vez que existió la presencia de alevines, estos últimos se mantuvieron en las tinas de reproducción entre dos y tres días hasta que la mayoría presentaron un nado completamente.



Figura 6. Tinas utilizadas para reproducción del *B. splendens*

Los procesos de reproducción utilizados en la UPAM no fueron coincidentes con los del NG. En este último, no se utilizaron tinas plásticas sino acuarios de 10 litros para conservar la identificación familiar. Así mismo, los tiempos de cortejo entre los reproductores fueron mayores en el NG. La UPAM cuenta con una sala de reproducción recubierta de poliuretano, la cual mantuvo las temperaturas constantes, a diferencia del NG que necesitó de calentadores para mantener dichas temperaturas, lo que implicó un control deficiente sobre este factor, esto fue importante, debido a que esta fue una variable fundamental para la sobrevivencia y crecimiento de los alevines de *B. splendens*.

### ***Crianza de Betta splendens***

En el caso de la siguiente operación se describe la etapa de crianza realizada dentro de la UPAM. Los alevines fueron alimentados después de 48 horas, una vez que finalizó la absorción del saco vitelino. Cuando la mayoría de los alevines comenzaron a nadar y durante los primeros cinco días post eclosión, se les brindó una dieta que consistió en dos dosis diarias de microalga *Spirulina*. Pasado este tiempo, los alevines fueron trasladados a tinas de plástico de 110 litros, con 100 litros de agua y oxigenación, en ellas se aclimataron por 1 hora a temperatura de 27 °C (Figura 7a). Después de este tiempo los alevines fueron colocados en las tinas (Figura 7b). El mantenimiento en esta etapa consistió en recambios parciales de agua del 30 % cada semana.



Figura 7. a) Aclimatación de alevines de *B. splendens* b) Tina de 110 litros para crianza del *B. splendens*.

A partir del sexto día post eclosión, la dieta consistió en dos dosis diarias de *Artemia salina* hasta que los alevines alcanzaron la talla de 1 cm. Una vez superada esta talla se dio *Tubifex sp* picado o pulga de agua (Proceso 2.3).

Cumplido el mes de edad, los alevines que alcanzaron una talla menor a un centímetro fueron separados de aquellos que a simple vista fueran más grandes, para evitar canibalismo. Así mismo, se realizó un ajuste de densidad de aproximadamente el 30% en las tinas donde la densidad poblacional fuera alta.

En contraste con el NG, la duración de la etapa de crianza en la UPAM fue más corta. A pesar de que la UPAM realizó ajustes de densidad, no tuvo registro exacto de cuantos alevines colocó en cada tina. En cambio, el NG en el primer ajuste de densidad realizó un conteo del alevinaje. Dichos ajustes de densidad fueron importantes, ya que garantizaron un crecimiento homogéneo y la reducción de la mortalidad, lo que redujo pérdidas en cada ciclo de producción, y si tuvo un registro.

Se mostraron diferencias en la crianza del *B. splendens* entre la UPAM y el NG, ya que la UPAM colocó los alevines en tinas y de esta manera la optimización de espacios fue mejor. En cambio, el NG tuvo que mantener a los alevines en acuarios

para conservar su identificación.

Así mismo, a pesar de que ambas unidades de producción utilizan alimento vivo, existieron diferencias en la alimentación ofrecida durante la etapa de crianza. El NG empleó en primera instancia microalgas del género *Chlorella* y *Turbatrix aceti*, posteriormente recibieron *Panagrellus redivivus*, *Artemia salina* y alimento balanceado. Mientras que la UPAM ofertó microalga *Spirulina* como primer alimento, posteriormente administró *Artemia salina* y *Tubifex sp o pulga de agua*. La implementación del alimento vivo fue una estrategia importante, sin embargo, la utilización de *Artemia salina* puede ocasionar que se eleven los gastos de cada ciclo productivo.

### ***Venta de Betta splendens***

La última operación realizada es la venta de los alevines de *Betta splendens*, estos fueron seleccionados para su venta aquellos alevines de dos meses de edad que a simple vista presentaron una talla entre 1 y 1.3 centímetros aproximadamente, posteriormente fue verificada la talla la cual fue de 1.5 centímetros. Aquellos que no contaron con la talla mínima de venta se quedaron en las tinas de crianza hasta que la alcanzaron. Los seleccionados fueron empacados en bolsas de plástico para ser trasladados a las UPAF. Así mismo, estas se llenaron con 4 litros de agua y 1 gota de azul de metileno, la cantidad de organismos dependió del tiempo de entrega. Si fue programada la entrega para el mismo día de la selección, el empaqueo contó con 300 crías, sin embargo, si el pedido fue programado para 24 horas posterior a la selección se empaquetaron 200 crías por bolsa (Proceso 2.4). En cambio, el NG trasladó los organismos individualmente ya que estos eran adultos y no en un empaque comunitario como lo realiza la UPAM.

La transferencia de organismos de la UPAM a la UPAF dependió de la demanda del mercado. Una disminución severa en la venta de peces betta implicaría la obstrucción del progreso del PMGP, un retraso en la comercialización de los

organismos y el incremento en los costos de producción.

## **Análisis de las operaciones de la UPAM**

### Matriz FODA

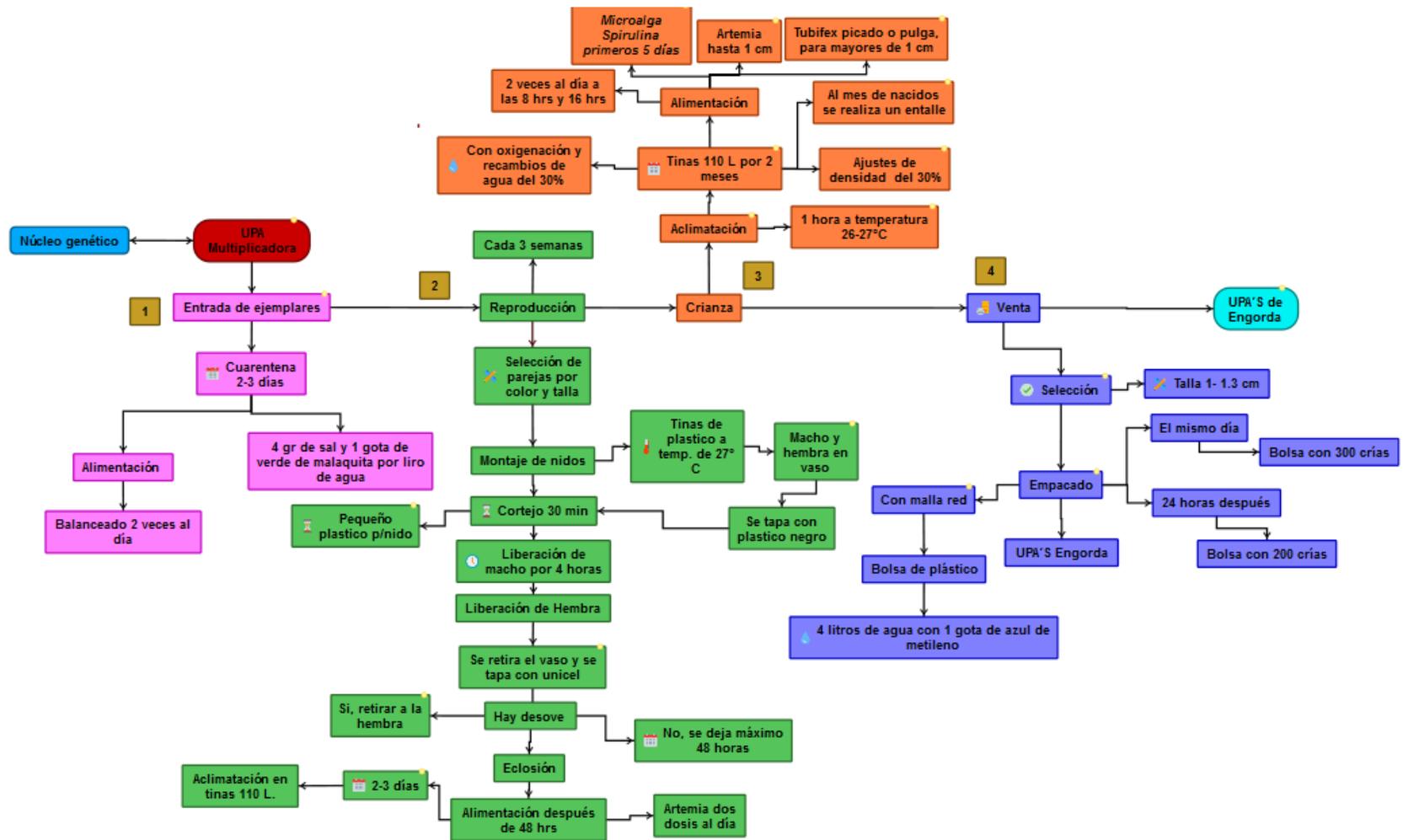
La estrategia para maximizar las fortalezas y oportunidades consiste en la implementación de un plan de mejora operativa el cual involucre la generación de acciones que maximicen la efectividad y confiabilidad de las operaciones, reduciendo fallas en estas. Por otro lado, para minimizar las debilidades de la unidad aprovechando las oportunidades de esta, se deben implementar tecnologías que mejoren y potencien los procesos productivos, por ejemplo, el uso de dispositivos que nos indiquen los valores de amonio, pH y temperatura dentro la UPAM. Así mismo, la implementación de estrategias que disminuyan los costos de producción minimizará las amenazas y potenciarán las fortalezas de la UPAM, entre estas destacan, la búsqueda e implementación de alimentos alternos que puedan sustituir la *Artemia salina*. Por otra parte, la estrategia para minimizar debilidades y amenazas es implementar un análisis financiero que considere los ingresos y gastos de la UPAM y de esta manera saber si los procesos operativos son rentables (Cuadro 2).

Con lo descrito anteriormente, una estrategia Maxi-Maxi sería la indicada para hacer más productivos los procesos de la UPAM, debido a que el sistema de producción de la unidad es adecuado y si se utilizan los aspectos fuertes para aprovechar las oportunidades que presentan, se reducirá el impacto de los procesos no productivos. Por lo que, la implementación de un plan de mejora operativa, el cual considere el registro de las diferentes variables productivas, así como adecuada planificación de los procesos.

<b>Matriz FODA de la Unidad de Producción Acuícola Multiplicadora</b>		
<b>Factores Internos</b>  <b>Factores Externos</b>	<b>Lista de Fortalezas</b>  1. Criadero térmico recubierto de poliuretano (temperatura constante)  2. Implantación de alimento vivo en la dieta  3. Sistema de producción semitecnificado  4. Experiencia en el cultivo	<b>Lista de Debilidades</b>  1. No hay registros productivos  2. El uso de <i>Artemia salina</i> puede hacer que los costos de alimentación sean altos  3. No hay control en las densidades poblacionales
<b>Lista de Oportunidades</b>  1. Implementación de tecnologías que ayuden al mejor accionar de la unidad  2. Disminuir costos de producción	<b>Estrategia para maximizar tanto F como O</b>  Plan de mejora operativa que considere la adecuada planificación de procesos.	<b>Estrategia para minimizar las D y maximizar las O</b>  Uso de tecnologías que sirvan para el registro de los parámetros fisicoquímicos, como termómetro digital, potenciómetros o kits de colorimetría
<b>Lista de Amenazas</b>  1. Incremento en los precios de insumos  2. Caída del mercado por factores económicos externos.	<b>Estrategia para maximizar F y minimizar A</b>  Estrategias para disminuir los costos de producción	<b>Estrategia para minimizar D y A</b>  Plan financiero que considere las entradas y salidas de la unidad.

Cuadro 2. Matriz FODA de la UPAM.

## Procesos operativos de la UPAM



Proceso 2. Procesos operativos de la UPAM. 1) Entradas de ejemplares, 2) Reproducción, 3) Crianza, 4) Venta.

## **Análisis de los procesos de la UPA Finalizadora 1 (UPAF 1)**

Las UPAF se encargaron de finalizar el crecimiento del *B. splendens*, dentro del PMGP se contó con dos unidades finalizadoras que tienen procesos operativos diferentes entre sí.

### **Recepción y aclimatación del material biológico**

El primer proceso operativo es la recepción de los organismos. Los alevines con dos meses de edad provenientes de la UPAM fueron colocados en un contenedor con 100 litros de agua, para pasar un proceso de aclimatación de 30 minutos. Estos fueron medicados con azul de metileno como tratamiento bacteriostático, utilizando una dosis de 1 gota por cada dos litros de agua a temperaturas de 28 °C (Proceso 3.1).

### **Crecimiento comunitario e individual**

La siguiente operación es el crecimiento comunitario, la cual se realiza terminado el tiempo de aclimatación. Los alevines fueron transportados a los contenedores comunitarios de 110 litros, que miden 32 x 63 x 90 centímetros los cuales se llenaron con 100 litros de agua proveniente de estanques de producción, se colocó una fuente de aireación y se mantuvieron a una temperatura de 28°C (Figura 8.1).

Durante esta etapa se dio alimento en polvo de la marca Silver cup “Pedregal” ® menor a 0.4 mm con 50% de proteína y 16 % de grasa, en dos dosis diarias. Así mismo el mantenimiento consistió en el lavado de filtros, sifoneo y un recambio parcial del 30% de agua cada semana (Proceso 3.2).

En el caso de la subsecuente operación se describe el crecimiento individual de los

organismos. A los 2 meses de su llegada a la UPAF los alevines fueron trasladados a contenedores de crecimiento individuales, con un volumen entre 350 y 400 ml de agua (Figura 8.2). El mantenimiento se llevó a cabo semanalmente y consistió en recambio total de agua, cabe mencionar que el mantenimiento se realizó a lo largo de la semana laborable. La alimentación se aplicó en dos dosis diarias brindando pellet Silver cup “Pedregal” ® de 0.6 mm con 50% de proteína y 16 % de grasa (Proceso 3.3).



Figura 8. Crecimiento de *B. splendens* en la UPAF. 1) Crecimiento comunitario 2) Crecimiento individual.

### **Empaquetado y venta**

La última operación de la unidad finalizadora se presenta cuando los peces cumplieron 4 meses de su llegada a la UPAF fueron separados para su venta, utilizando como criterio una talla entre 4 y 5 centímetros y el sexo del pez. Los machos fueron empaquetados en bolsas de 8 x 22 centímetros de forma individual, por otro lado, las hembras fueron empaquetadas en lotes de 20 en bolsas de 25 x 50 centímetros. El agua de empaquetado fue tratada con 1 gota de azul de metileno por cada 10 litros de agua, enfocado a la prevención del desarrollo de bacterias y hongos. El agua de las bolsas fue oxigenada y, posteriormente, cada bolsa se amarra con una liga (Figura 9). Los organismos que no alcanzaron la talla mínima de venta se mantuvieron en los contenedores individuales hasta alcanzar la talla para su venta (Proceso 3.4).

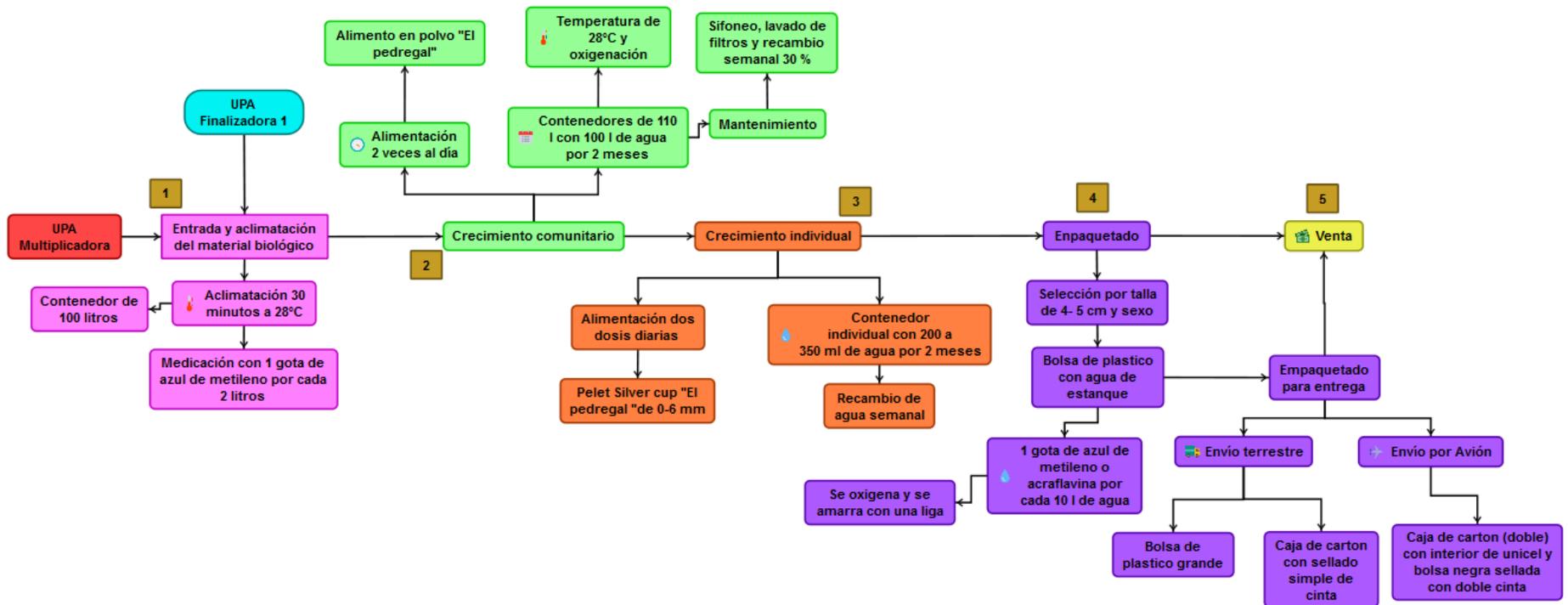
El empaquetado para su comercio dependió de la forma de traslado ya que si él envió fue terrestre hay dos formas de traslado; en una bolsa de plástico de 90 x 60 cm si el trayecto es corto, pero si el trayecto es largo, las bolsas de peces son colocadas en cajas de cartón selladas con cinta adhesiva. En cambio, si el envío es por aire, las bolsas con peces se colocaron dentro de dos cajas de cartón, las cuales contenían una bolsa negra, una estructura de unicel como protección y se aplicó un sellado doble con cinta adhesiva (Proceso 3.5).



Figura 9. Empaquetado de organismos para venta.

El transporte de peces vivos puede llevarse a cabo en bolsas o en cajas, con una determinada cantidad de organismos en un volumen fijo de agua. El agua de transporte debe ser acondicionada, para que se neutralice el cloro y el pH. Durante el transporte se producen cambios en algunos de los parámetros de la calidad del agua, a consecuencia de los desechos biológicos producidos por los organismos. Es recomendable aplicar tratamiento, especialmente contra ectoparásitos y bacterias a los peces que se comercializan ya sea en los tanques de crecimiento o en los contenedores de transporte. Entre los tratamientos aplicados se encuentra el formol, la sal y compuestos como el azul de metileno (Kubitza, 2009).

## Procesos operativos de las UPAF 1



Proceso 3. Procesos operativos de la UPAF 1. 1) Entrada y aclimatación del material biológico, 2) Crecimiento comunitario, 3) Crecimiento individual, 4) Empaquetado, 5) Venta.

## Análisis de los procesos de la UPA Finalizadora 2 (UPAF 2)

### Recepción del material biológico y primer crecimiento comunitario

La primera operación de la UPAF 2 es la recepción y el primer crecimiento comunitario de alevines de *Bettas splendens*. Los alevines con dos meses de edad provenientes de la UPAM fueron aclimatados por 90 minutos, después de este tiempo se aplicaron baños de sal por inmersión, utilizando 4 gr de sal por litro de agua como tratamiento preventivo contra ectoparásitos. Posteriormente fueron colocados en acuarios con capacidad de 200 litros (Figura 10), poniendo 180 litros de agua previamente acondicionada con 1 gota por cada dos litros de agua de anticloro y pentabiocare ®, a una temperatura de 24°C (Proceso 4.1).



Figura 10. Acuarios de 200 litros para recepción de *B. splendens*.

En cada acuario fueron colocados 200 organismos a 24°C, con un pH de 8.16 y una fuente de aireación, ahí permanecieron durante 1.5 meses, durante este tiempo se brindó una dieta que consistió en dos dosis diarias de alimento en polvo de la marca Nutripec “Purina” ® de 0.35 mm con 53% de proteína y 15% de grasa, *Artemia salina* y *Panagrellus redivivus*. El mantenimiento en esta etapa consistió en recambios parciales de agua de 30% y lavado de filtros cada semana (Proceso 4.2).

El agua del acuario debe ser cambiada constantemente según el nivel de suciedad que

haya, esta es sinfoneada con una aspiradora para acuarios. Los recambios nunca deben de ser del 100% porque eso implicaría un nuevo ambiente para el pez lo que les ocasiona un estrés, lo ideal sería recambiar el 30% del agua cada semana o la cantidad necesaria semanal para evitar altas concentraciones de metabolitos. Antes de sinfonear un acuario el agua nueva debe haber sido preparada y permanecer reposada, para preparar el agua se necesita eliminar el cloro con anticloro (Arboleda, 2005).

### **Segundo crecimiento comunitario**

La segunda operación es un segundo crecimiento comunitario, esta comienza cuando los alevines fueron trasladados a estanques de cemento de 10 m<sup>3</sup> a 22.8°C y un pH de 8.38, donde permanecieron entre 1.5 y 2 meses hasta su venta (Figura 11). Durante la primera semana la dieta consistió en dos dosis diarias de alimento en polvo de la marca Nutripec “Purina” ® de 0.35 mm y pellet Silver cup “Pedregal” ® de 1.5 mm molido, pasado este tiempo solo se dio alimento Silver cup “Pedregal” ® de 1.5 mm molido, el cual tiene 45% de proteína y 16% de grasa. De esta manera se ofreció alimento adecuado al tamaño de boca de los peces (Proceso 4.3).

A los dos meses de su llegada a la UPAF, los organismos fueron sometidos a un examen parasitológico, para descartar alguna enfermedad dentro de cada lote.

Kubitza (2009) menciona que se debe hacer un análisis previo a la comercialización de los organismos, en ocasiones basta con un raspado del mucus de branquias y cuerpo. Esto auxilia en la verificación sobre presencia de parásitos y en la determinación de la necesidad de efectuar un tratamiento a los peces antes de su transporte.



Figura 11. Estanque de concreto para crecimiento de *B. splendens*.

### **Empaquetado y venta**

La última operación realizada en esta unidad incluye el empaquetado de los organismos y su venta. Los peces que llegaron a la talla de 3 centímetros fueron capturados con 4 días de anticipación a su venta y se colocaron en peceras de 200 litros con 180 litros de agua y una fuente de aireación (Figura 12). Aquellos que no cumplieron con la talla mínima de venta se dejaron en los estanques de crecimiento.



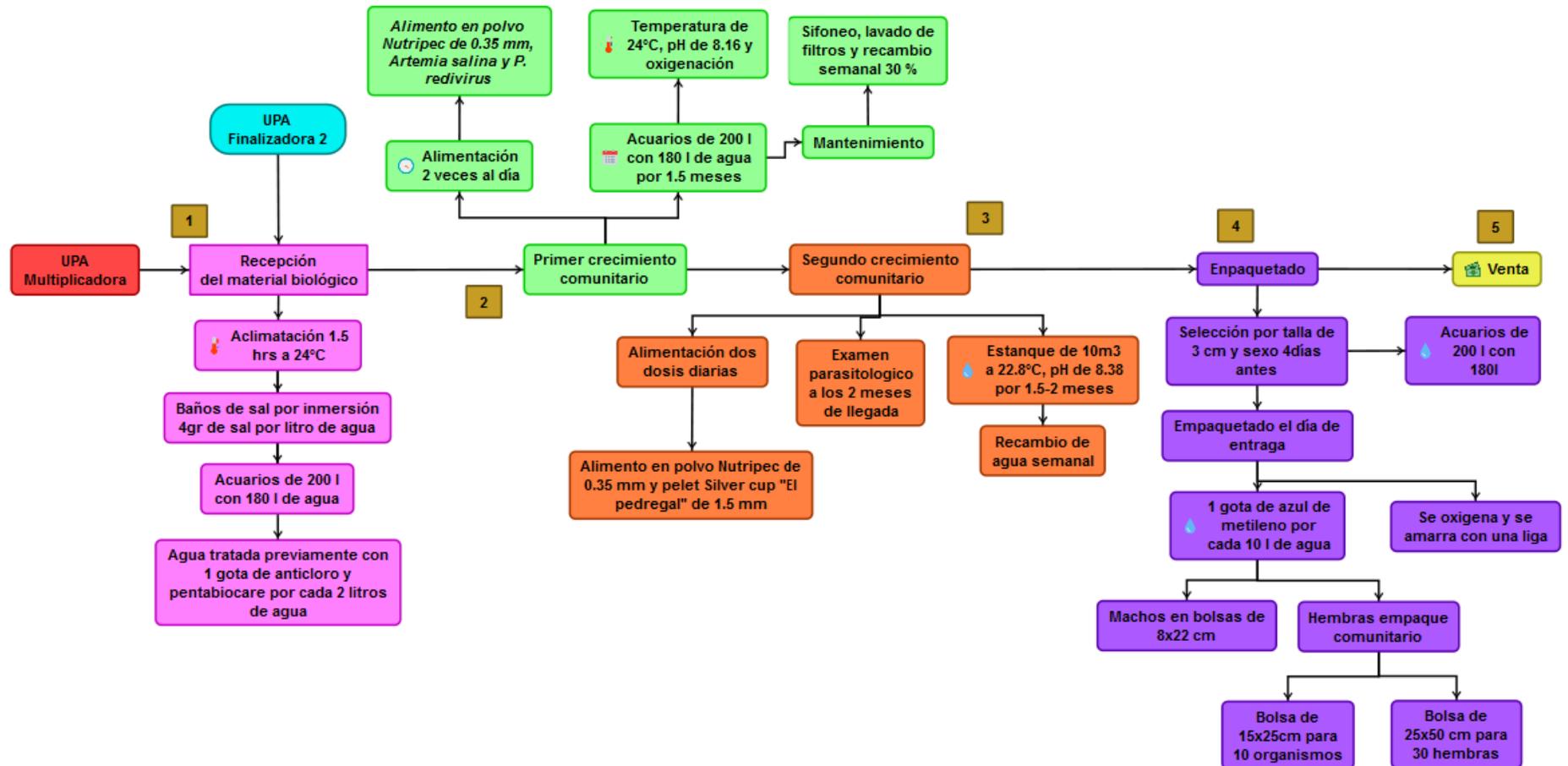
Figura 12. *B. splendens* capturados para venta.

El empaquetado se realizó el mismo día de entrega, los peces son clasificados en base a su sexo. Los machos se empaquetaron individualmente en bolsas de 8 x 22 centímetros. Mientras que las hembras se empaquetaron por lotes, se utilizó bolsas de 15 x 25 centímetros para un máximo de 10 organismos y bolsas de 25 x 50 centímetros para empacar un máximo de 30 hembras (Figura 13). Cada bolsa fue oxigenada y sellada con ligas. Así mismo, el agua de empaquetado fue tratada con 1 gota de azul de metileno por cada 10 litros de agua (Proceso 4.4).



Figura 13. *B splendens* empacados para venta a) Hembras b) Machos.

## Procesos operativos de las UPAF 2



Proceso 4. Procesos operativos de la UPAF 2. 1) Recepción del material biológico, 2) Primer crecimiento comunitario, 3) Segundo crecimiento comunitario, 4) Empaquetado, 5) Venta.

## **Análisis de las operaciones de las UPAF**

### Matriz FODA

La estrategia para maximizar las fortalezas y oportunidades consistiría en la ejecución de las capacitaciones otorgadas por el grupo de trabajo del LSA de la UAM-X, mediante las cuales se buscará el mejor accionar de las operaciones de las unidades. Mientras que la estrategia para minimizar las debilidades, aprovechando las oportunidades que se presentan, es a partir del uso de tecnologías que ayuden a la operatividad de las UPAF, por ejemplo, la utilización de dispositivos para medir pH, amonio y temperatura, ayudarían a tener un registro de las variables.

Por otro lado, para reducir el impacto de las amenazas y potenciar las fortalezas de las UPAF, se debe implementar un plan financiero cuyas estrategias disminuyan los costos de producción de los insumos utilizados, por ejemplo, la planificación de presupuesto, con un control de los gastos para cada ciclo productivo. Además, ejecutar un plan de mejora operativa de los procesos, donde se debe considerar la planificación adecuada de la dieta y los espacios productivos, es la manera de reducir el impacto de las debilidades y amenazas (Cuadro 3).

En base a lo descrito anteriormente, la modificación de los procesos de las UPAF puede lograrse mediante una estrategia Mini-Mini, ya que las características de los sistemas de producción de las UPAF nos indica que debemos ejecutar una estrategia defensiva y no de competencia, ya que las condiciones externas y endógenas de las UPF son negativas. De esta manera podremos reducir las debilidades y las amenazas del entorno mediante la implementación de un plan de mejora operativa. Este debe incluir tanto las modificaciones necesarias para hacer más eficientes los procesos de las UPAF como los registros de las variables productivas y la adecuada planeación de los espacios productivos, así se obtendrá el origen y se potenciará la reducción de las pérdidas en cada ciclo productivo.

**Matriz FODA de la Unidad de Producción Acuícola Finalizadora 2**

<p style="text-align: center;"><b>Factores Internos</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Factores Externos</b></p>	<p><b>Lista de Fortalezas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localización geográfica</li> <li>2. Sistema de producción semitecnificado</li> <li>3. Experiencia en cultivo</li> <li>*4. Registros productivos</li> <li>*5. Exámenes parasitológicos en cada lote</li> <li>6. Canales de comercialización</li> </ol>	<p><b>Lista de Debilidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Optimización de espacios</li> <li>*2. Control de temperaturas</li> <li>3. Tiempos de engorda largos</li> <li>+4. No hay registros productivos</li> <li>5. El personal rotacional</li> <li>6. Mala Planeación</li> </ol>
<p><b>Lista de Oportunidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de tecnologías que ayude a la operación de la unidad</li> <li>2. Disminución en los costos de insumos</li> <li>3. Capacitación del personal</li> </ol>	<p><b>Estrategia para maximizar tanto F como O</b></p> <p>Implementación de capacitaciones otorgadas por el LSA.</p>	<p><b>Estrategia para minimizar las D y maximizar las O</b></p> <p>Implementar tecnologías para mejorar la operatividad como el uso de dispositivos para el registro de las variables.</p>
<p><b>Lista de Amenazas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mercado competitivo</li> <li>2. Caída del mercado por disminución de ventas</li> <li>2. Incremento de precios en los insumos</li> </ol>	<p><b>Estrategia para maximizar F y minimizar A</b></p> <p>Plan financiero, que considere la disminución de costos de producción.</p>	<p><b>Estrategia para minimizar D y A</b></p> <p>Plan de mejora operativa que reduzca las fallas operativas, como la planeación de espacios y fallas en la alimentación.</p>

3. Requisitos de comercio y movilización		
<p><b>+ Los datos con este signo aplican para la UPAF 1</b></p> <p><b>* Los datos con este signo aplican para la UPAF 2</b></p>		

Cuadro 3. Matriz FODA de las UPAF.

## DISCUSIÓN

El oportuno análisis de operaciones mostrará los puntos críticos de cada proceso, para así diseñar las estrategias que, en base a los objetivos de cada empresa, podrán solucionar los problemas presentes (Niebel & Freivalds, 2009). El análisis para el PMGP para el *Betta splendens*, nos muestra que existen procesos operativos que deben modificarse para hacerlos más eficientes: Un Aspecto a destacar es que en los resultados se puede observar la falta de registros productivos por parte de las unidades multiplicadoras y finalizadoras. En la acuicultura esto es importante ya que el adecuado monitoreo, control y registros de variables como temperatura, pH, compuestos nitrogenados y concentraciones de oxígeno disuelto se relacionan de manera directa en el crecimiento y supervivencia de los organismos (Olivo *et al.*, 2018). Además, el que no se lleve a cabo el conteo de las entradas y salidas de alevines en cada etapa de producción de las unidades, genera un mal manejo de las densidades poblacionales en cada nivel productivo dentro del PMGP. El conteo es muy importante porque puede ser un indicador de la productividad y las pérdidas generadas en cada ciclo, así como el control de las densidades poblacionales. Esto último es importante debido a que está relacionado con la competencia por el alimento, territorialidad, disminución del crecimiento y supervivencia (Ashley, 2007). Es destacable la inadecuada planeación de los espacios productivos por parte del NG, lo que afecta directamente al progreso de los procesos llevados dentro de este.

En cada ciclo productivo se debe llevar a cabo la planeación de espacios, ya que la saturación de estos es resultado de la producción de múltiples especies en las unidades de producción (Martínez *et al.*, 2010). De esta manera la adecuada planificación estratégica es

importante para cualquier tipo de empresa que esté presente en un ambiente competitivo, ya que debe basarse en los objetivos, la misión y visión de la empresa con vistas al futuro (Peñafiel *et al.*, 2019).

Así mismo, el aprovechamiento de las capacitaciones obtenidas y la permanencia de personal fijo dentro del programa es un problema presente. Contar con personal fijo o mantener capacitado al personal es importante dado que se proporcionan los conocimientos sobre los aspectos técnicos del trabajo a realizar, de esta forma se garantiza el mayor rendimiento dentro de los procesos. El costo de la capacitación debe correr por parte de las empresas, estas deben evaluar el rendimiento en las funciones para decidir si se requiere y de qué manera se realiza la capacitación (Báez *et al.*, 2013). De esta manera al estar dentro de un programa organizado de forma participativa las unidades de producción cuentan con capacitaciones otorgadas por el LSA-UAMX. Lo anterior hace que las unidades participantes tengan un costo bajo por la capacitación de su personal.

Cabe mencionar que las unidades del PMGP tiene una gran ventana de comercialización, dado que estas cuentan con convenios económicos en diferentes puntos del país, lo que garantiza el flujo de los organismos y del recurso económico a través de los participantes del programa. Sin embargo, el estar dentro de un mercado de productos que no son de primera necesidad lo convierte en un lujo (Martínez, 2004; Ramírez, 2010), lo que hace al sector de peces de ornato vulnerable a las caídas de un mercado muy variable, como consecuencia de la reducción en las ventas de los peces en coyunturas como la iniciación del ciclo escolar.

## **CONCLUSIÓN**

En conclusión, la realización del análisis de operaciones del conjunto de UPA's en un Programa de selección genético (PMGP) permitirá establecer estrategias para la disminución de los procesos operativos que generan costos adicionales. El PMGP para el *Betta splendens* en el Estado de Morelos presenta áreas de oportunidad en procesos operativos que resultan en un retraso en el progreso del programa. Hay que resaltar que el programa presenta una organización de forma colaborativa, lo que lleva a los productores a la apropiación del proyecto, aunque, por otra parte, genera dificultad en la coordinación entre

las unidades participantes del mismo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

AGRICULTURA Morelos (2021). Morelos continúa ocupando el primer lugar en producción de peces de ornato a nivel nacional. Recuperado el 14 de junio de 2022 de <https://www.gob.mx/agricultura/morelos/articulos/morelos-continua-ocupando-el-primer-lugar-en-produccion-de-peces-de-ornato-a-nivel-nacional>.

Arauz, J., D. (2000). Experiencia en la reproducción de la carpa Koi (*Cyprinus carpio*) y el pez Betta (*Betta splendens*), Tesis de licenciatura. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, ZAMORANO.

Arboleda, O., A. (2005). Calidad de agua y mantenimiento de acuarios. REDVET, 6 (8), 1-11.

Ashley, J., P. (2007). Fish welfare: Current issues in aquaculture. Applied Animal Behavior Science, 104, 199-235.

Báez, A., N., Castañeda, S., A., Mejía, R., E., y Morales, L., F. (2013). Sistema de administración de la capacitación del personal. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

Bauquier, H., Greenwood, J. y Whittem, T. (2013). Evaluation of the sedative and anesthetic effects of five different concentrations of alfaxalone in goldfish, *Carassius auratus*, Aquaculture, 396(399): 119-123.

Cadena, J., Avendaño, C., Cisneros, V., Arévalo L. y Aguirre, J. (2013). Modelo de Mejoramiento Genético Participativo en Chayote (*Sechium spp*). Colegio de Postgraduados, 7-9.

CONABIO (2017). Evaluación rápida de invasividad de *Betta splendens*. Sistema de

información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF. Recuperado el 08 de Julio de 2022 de [https://enciclovida.mx/pdfs/exoticas\\_invasoras/Betta%20splendens.pdf](https://enciclovida.mx/pdfs/exoticas_invasoras/Betta%20splendens.pdf).

CONAPESCA (2021). Produce México más de 20 millones de peces de ornato al año en 250 unidades acuícolas. Recuperado el 18 de junio de 2022 de <https://www.gob.mx/conapesca/es/articulos/produce-mexico-mas-de-20-millones-de-peces-de-ornato-al-ano-en-250-unidades-acuicolas-263154?idiom=es>.

Cost, O. (2016). Las áreas de cuarentena en los acuarios de exhibición. Tesis de Maestría. Universidad de Santiago de Compostela.

Cunha, L., Machado, L., Ribeiro, A., Callai, V., Dos Santos, M., Sayuri, A. y Aquio, M. (2020). Menthol as a natural anesthetic for guppy. *Ciencias agroveterinarias*, 19 (2), 249-253.

FAO (1996). Programas de cría selectiva para piscifactorías de tamaño medio. Documento técnico de pesca, Recuperado el 19 de marzo de 2023 de <https://www.fao.org/3/v8720s/V8720S00.htm>

FAO (2014). Acuicultura de pequeña escala y recursos limitados en América Latina y el Caribe, RED DE ACUICULTURA DE LAS AMÉRICAS, Recuperado el 28 de Julio de 2022 de <https://www.fao.org/3/au437s/au437s.pdf>.

FAO (2010). La Situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura, Recuperado el 20 de junio de 2022 de <https://www.fao.org/3/a1250s/a1250s.pdf>.

Fred, R., D. (2003). Conceptos de administración estratégica. Novena Edición, Pearson Education, 54-230.

Francés, F., Alaminos, A., Penalva, C. y Santacreu, Ó. (2015). La investigación participativa: métodos y técnicas. PYDLOS Ediciones, 43-66.

Gallo, A. (2017). Estudio comparativo para la obtención de machos en la especie *betta*

*splendens* (charles take regan, 1910), "pez betta" aplicando el método de reproducción por control de temperatura y método natural. Tesis de Ingeniería Pesquera, Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura.

Gjedrem, T. & Baranski, M. (2009). Selective Breeding in Aquaculture: An Introduction. *Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries*, 10, 131-143.

International Betta Congress. (2022). IBC Exhibition standards book 1 show bettas. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de <https://www.ibcbettas.org/upcoming-shows/standards/>

ICES. (2005). ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms, 300.

Kubitza, F. (2009). Manejo en la producción de peces: Buenas prácticas en el transporte de peces vivos, *Panorama da Aquicultura*.

Martínez, D., Malpica, A. y Hernández, J. (2010). Estructura de la producción de la piscicultura de ornato del estado de Morelos y su relación con la diversidad de la oferta. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 10 (20),15-36.

Martínez, D., Marañón, S. y Cárdenas, A. (2004). Análisis retrospectivo de la piscicultura de ornato en el estado de Morelos. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 5 (8),69-75.

Martínez, I. (2008). Comportamiento agresivo en el pez luchador de Siam (*Betta splendens*). *Anales Universitarios de Etología*, 2, 98-105.

Martínez, P. & Figuera, A. (2007). *Genética y Genómica en Acuicultura*.

Martínez, A. y Ramírez, M. (2016). Catálogo de peces ornamentales producidos en Morelos con capacidad de ser Especies Exóticas Invasoras (EEI). Proyecto "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la

implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. Morelos, México 159-162.

Mills, D., y Vevers, G. (1986). Guía práctica ilustrada de los peces de acuario. Blume.

Monvises, A., Nuangsaeng, B., Sriwattanothai, N. y Panijpan, B. (2009). The Siamese fighting fish: Well-known generally but little-known scientifically. *Science Asia*, 35, 8-16.

Mueller, J. P., Rischkowsky, B., Haile, A., Philipsson, J., Mwai, O., Besbes, B., Valle Zarate, A., Tibbo, M., Mirkena, T., Duguma, G., Solkner, J. & Wurzinger, M. (2015). Community-based livestock breeding programmes: essentials and examples. *Journal of Animal Breeding and Genetic*, 132, pp. 155–168.

Navas, A., J. (2021). Reproducción normal y asistida *del Betta splendens* en condiciones de acuario en la estación de maricultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTMACH.

Niebel, B & Freivalds, A. (2009). Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseños de Trabajo. 11 Edición, Editorial Alfaomega, 71-73.

Olivo, G., M., Verduzco, R., J., García, D., N., Villalobos, G., J. y Olivo, G., A. (2018). Prototipo para el monitoreo automatizado de parámetros de calidad del agua en una granja de camarón. *Científica*, 22 (2), 87-95.

Peñafiel, I., J., Pibaque, P., M. y Pin, S., J. (2019). La importancia de la planeación estratégica para las pequeñas y medianas empresas. *FIPCAEC*, 4 (1) Vol. 4, 107-133.

Peyrefitte, J., Golden, P. y Brice, J. (2002). “Vertical Integration and economic performance: a managerial capability framework”. *Management Decision*, 40 (3), 217-226.

Ponce, H. (2007). La matriz FODA: Alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones, *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12 (1), 113-130.

Ramírez, J. L. (2009). Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una

herramienta de planeación estratégica en las empresas. *Ciencia Administrativa*, 2, 54-61.

Ramírez, M., C., Mendoza, A., R. y Aguilera, G., C. (2010). Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato de agua dulce en México. Instituto Nacional de Pesca.

Rendon, B. (2020). Evaluación del efecto del alimento vivo y alimento balanceado comercial sobre el tiempo de crecimiento del pez Betta (*Betta splendens*). Tesis licenciatura. Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UCSG.

Ríos, H. (2003). Logros en la Implementación del Fitomejoramiento participativo en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 24 (4), 17-23.

Rivero, P., Campos, R., Lugo, T., López, R., García, F. y Martínez, D. (2016). Discriminación de caracteres morfométricos de interés ornamental candidatos a criterios de selección en Barbo Sumatran (*Puntius tetrazona*). *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 17 (32), 123-142.

Rivero, P., Castillo, H., Cienfuegos, E., Pablos, J., Martínez, D. y Campos, R. (2020). Analysis of the preferences of the esthetic traits and their morphotypes candidates to selection criterion in Tiger barb (*Puntius tetrazona*) in the actors of the productive chain. *Aquaculture International*, 28, 1043–1055.

Romero, L. (2018). Análisis de Riesgo de Peces Ornamentales Cultivados en el Estado de Morelos. Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación de la Universidad Autónoma de Morelos.

Tamayo, M. y Piñeros, J. (2007). Formas de integración de las empresas. *Ecos de Economía*, 24, 28-45.

Tessi, J. (2020). Desarrollo de un programa de mejoramiento genético cooperativo de núcleos abiertos para bovinos de carne. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía y

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

Tomassoni, M. (2002). Guía de Introducción Al Pez Betta O Luchador de Siam.

Torres, A. (2019). Manual para la preparación y mantenimiento de alimento vivo para peces de ornato. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Vega, F. (2008). Acuicultura de Tilapia a pequeña escala para autoconsumo de familias rurales y peri-urbanas de la costa del Pacífico, Universidad de Guadalajara.

Velázquez, J. y Correa, J. (2012). Creación de empresa piscícola aguas claras. Tesis ingeniería Pecuaria, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista.

<b>INVENTARIO DEL NG</b>		
<b>Producto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>
Peceras de 10 l	Peceras de vidrio con medidas de 15x20x30 cm	68
Peceras de 20 l	Peceras de vidrio con medidas de 20x25x40 cm	26
Peceras de 40 l	Peceras de vidrio con medidas de 26x28x50 cm	4
Peceras de 80 l	Peceras de vidrio con medidas de 37x40x60 cm	15
Contenedor comunitario de engorda	Contenedor de fibra con 600 litros	1
Contenedor de engorda individual	Recipientes plásticos de 600 ml	75
Tamiz	Tamiz metálico	1
Embudo	Embudo de plástico chico	1
Bandejas	Bandejas de plástico de 4 litros	6
Redes cuchara ch	Redes de 5 x 8 cm	6
Redes cuchara m	Redes de 11 x 15 cm	3
Recipientes para cultivos	Botes de plástico de 1 y 5 litros	10
Bomba para acuario	Bomba para acuario de 317 GPH	2
Termostatos	Termostatos de 150 y 200 watts	4
Manguera	Manguera de uso rudo de 12 m	1

Reservorio para agua	Reservorio de fibra con 600 l	1
Papel filtro	Caja de papel filtro para laboratorio	1
Cubiertas para nido	Cubiertas hechas de unicel	12
Contenedores aisladores	Contenedores de plástico de 1 l	19
Refugios	Refugios para hembras de rafia	25
Extensión eléctrica	Extensión de 12 m de uso rudo	2
Multicontacto	Multicontacto eléctrico con 6 conexiones	1
Termómetros	Termómetros de vidrio de 50 °C	3
Alimento balanceado	Mezcla de pellet de 0.06 mm del pedregal y tetracolor	1
Eclosionadora	Eclosionadora para Artemia de plástico	1
Avena	Bolsa de 1 kg de avena	2
Vinagre	Vinagre de manzana de litro	2
Llaves de aireación	Llaves de plástico para acuario	75
Multillave de aireación	Multillaves de metal y plástico	2
Manguera para aire	Rollo de manguera de 1 kg	1
Piedras de aireación	Piedras porosas chicas para aire	30
Cubetas	cubetas plásticas de 10 y 20 litros	4
Bote de desechos líquidos	Bote de plástico de 6 litros	1
Bolsa de desechos sólidos	Bolsa amarilla para desechos sólidos	1
Extintor	Extinto Brenda de 4,5 kg	1
Recipientes de plástico	vasos de plástico de 100, 250, 750, 1000 y 5000 ml	8

Muebles	Muebles de metal de 1.48 x 166 m	2
Lámparas	Lámparas de luz blanca	2
Piseta	Piseta plástica de 500 ml	1
Pipeta	Pipetas Pasteur de 1 ml	3