

**TECNIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PISCÍCOLA EN LA GRANJA DE LA
ASOCIACIÓN DE USUARIOS CAMPESINOS DEL MUNICIPIO DE SAN
ESTANISLAO DE KOSTKA**

OSCAR MARTÍN GUTIERREZ ORTEGA

Cód. 91.265.557



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO
AMBIENTE
PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN PRODUCCION ANIMAL
CEAD BUCARAMANGA
2016**

**TECNIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PISCÍCOLA EN LA GRANJA DE LA
ASOCIACIÓN DE USUARIOS CAMPESINOS DEL MUNICIPIO DE SAN
ESTANISLAO DE KOSTKA**

OSCAR MARTÍN GUTIERREZ ORTEGA

Cód. 91.265.557

ALBERTO CASTELLANOS RIVEROS

MVZ. Esp. MSC.

Director

Proyecto de grado para optar al título de tecnólogo en producción animal



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO
AMBIENTE
PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN PRODUCCION ANIMAL
CEAD BUCARAMANGA**

2016

CONTENIDO

| | Pág | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO | 4 |
| 2 | RESUMEN | 5 |
| 3 | INTRODUCCIÓN | 6 |
| 4 | JUSTIFICACIÓN | 7 |
| 5 | OBJETIVOS | 8 |
| 5.1 | OBJETIVO GENERAL | 8 |
| 5.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 8 |
| 6 | MARCO TEÓRICO | 9 |
| 7 | DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | 16 |
| 8 | DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA (METODOLOGÍA | 18 |
| 8.1 | LOCALIZACIÓN | 18 |
| 8.2 | ANÁLISIS TÉCNICO | 18 |
| 8.3 | ANÁLISIS FINANCIERO | 22 |
| 8.4 | ANÁLISIS SOCIAL | 23 |
| 8.5 | ANÁLISIS AMBIENTAL | 24 |
| 9 | CONCLUSIONES | 25 |
| 10 | RECOMENDACIONES | 26 |
| 11 | BIBLIOGRAFÍA | 27 |
| | APÉNDICES | 29 |

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

| | |
|--|---|
| TITULO: TECNIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PISCÍCOLA EN LA GRANJA DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS CAMPESINOS DEL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO DE KOSTKA Proyecto Aplicado PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SOCIAL | |
| NOMBRE DEL ESTUDIANTE. Oscar Martín Gutiérrez Ortega CORREO ELECTRONICO. oscardmartin06@gmail.com TELEFONO. 318 361 1006 | |
| NOMBRE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO. ALBERTO CASTELLANOS | CORREO ELECTRONICO. alberto.castellanos@unad.edu.co TELEFONO. 304 5619191 |
| LUGAR DE LA EJECUCION DEL PROYECTO Granja de la asociación de usuarios campesinos del municipio de San Estanislao de Kostka en el departamento de Bolívar, Colombia. | |
| DURACION DEL PROYECTO EN(MESES): 6 | |
| TIPO DE PROYECTO: Marcar con una X | |
| Desarrollo tecnológico X | |
| Desarrollo empresarial | |
| Desarrollo Comunitario. X | |
| Práctica Profesional Dirigida | |

2. RESUMEN DEL PROYECTO

La granja piscícola de usuarios campesinos de San Estanislao de Kostka constituido por 14 familias, ubicado en el municipio del mismo nombre ubicada en el departamento de Bolívar, pretendió aumentar y mejorar su producción implementando una tecnología que ayudara a mejorar los niveles de oxigenación en el agua de la empresa productiva con el fin de mejorar los parámetros productivo acuícolas, la intervención se realiza en un estanque de 1.300 m², con capacidad de albergar 6.500 ejemplares de tilapia, con lo cual se eleva la densidad de siembra de 3 animales/m² a 5 animales /m².

En tal sentido se propuso adelantar la producción intensiva de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) mediante el empleo de sistemas de aireación suplementaria superficial (Aireadores de paleta tipo taiwanés). Se evaluaron así los parámetros productivos específicos obtenidos bajo el sistema de producción convencional (Densidad de siembra, productividad en Kg/m²/ciclo y Kg/m²/año, tasa de mortalidad, entre otras) que se habían determinado en un ciclo anterior y se midieron posteriormente los mismos parámetros durante la fase de operación del sistema de aireación en un ciclo productivo de engorde de la especie de tilapia en referencia, comparando finalmente para evaluar la implementación del sistema de aireación, determinando que se presentó la existencia de mejora en los indicadores productivos y económicos.

3. INTRODUCCIÓN

La notable disminución de la pesca de captura en el mundo (Panorama acuícola, 2012) ha conducido a que la producción acuícola (acuicultura) se constituya en una fuente alternativa de proteína para la seguridad alimentaria mundial (FAO. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, 2003) y a su vez, como una actividad generadora de empleo e ingresos. Dentro de ese conjunto, la piscicultura, definida como aquella actividad dedicada al cultivo de peces bajo manejo e implementación de buenas prácticas (desarrollo genético, incubación, alimentación, reproducción y sanidad de las especies), ha crecido de manera considerable durante las últimas décadas. De hecho, en los últimos 20 años la producción mundial de especies como la tilapia, trucha y cachama han crecido a ritmos de 12%, 6% y 29%, respectivamente.

En ese contexto, la producción acuícola colombiana se ha orientado en el mismo sentido que la producción mundial, esto es, al cultivo de camarón, tilapia, trucha y cachama (Marino, 2015). Estas tres últimas son las principales especies en materia de piscicultura desarrolladas en el país y por tanto, una de ellas se abordó constituyendo el objeto de estudio de este trabajo.

4. JUSTIFICACIÓN

Los pequeños productores en el Departamento del Atlántico, generalmente son campesinos de escasos recursos que tienen como actividad principal la ganadería o la agricultura, actividades a las cuales dedican la mayor parte de su tiempo por ser las que les genera un mayor tipo de ingresos económicos. El interés de algunos de estos productores en la acuicultura, es el de tener reservorios de agua para la ganadería, la agricultura o el consumo, o para contribuir a la alimentación familiar o la de los trabajadores que laboren en sus fincas por jornales. Los campesinos son personas de bajo nivel de escolaridad, su acceso a la tecnología es escaso por la limitada presencia institucional en algunas regiones y por el apoyo que tengan o no en los municipios a través de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (El tiempo, 2011).

Teniendo el departamento de Bolívar cuerpos de agua óptimos para la cría de tilapia y otras especies, un clima apropiado para la explotación de estas variedades de pescados, los pocos conocimientos técnicos y la mala planificación en la explotación, han hecho que esta actividad se haga de manera artesanal, quedando en la mayoría de los casos como una actividad de pan coger, siendo de más prioridad la ganadería y la agricultura, razón de la poca oferta de estos pescados en cercanías de la ciudad de Barranquilla, ya que se trae la tilapia roja desde el interior del país (Huila) y del exterior (Ecuador) (Forero, 2002).

Esto hace necesario realizar todos los esfuerzos en el sentido que los productores con sus potencialidades diversifiquen la producción agropecuaria, máximo cuando el consumo per cápita debe aumentarse por los conocimientos que determinan que su consumo afecta positivamente la salud de las personas, adicional a esto la demanda cada día aumenta y es una oportunidad para los productores de estas zonas tan desprotegidas por el estado que aumenten los ingresos bajo el esquema de mayor efectividad y eficiencia de los espacios productivos.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Optimizar la productividad de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en la empresa piscícola de la asociación de usuarios campesinos del municipio de San Estanislao de Kostka en el departamento de Bolívar.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir el tiempo de cosecha a través de la implementación de sistema de aireación mecánica.
- Comparar parámetros productivos bajo el esquema convencional de producción y el de aireación suplementaria.
- Determinar si existen beneficios económicos mayores para los productores si manejan aireación suplementaria.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 PISCICULTURA EN COLOMBIA Y EL CONTEXTO INTERNACIONAL

La producción nacional de peces de cultivo concierne, principalmente, a las especies de tilapia, trucha y cachama, cuya participación conjunta, durante los últimos 12 años, ha sido del 96,3% del total de la piscicultura y del 65,3% de la producción acuícola. En particular, la producción de tilapia ha participado con el 49% de la actividad piscícola mientras la cachama y la trucha han constituido el 31% y 16%, de manera respectiva. El 4% restante se ha destinado a otras especies como el bocachico, la carpa, el yamú etc., las cuales se producen como acompañantes de la producción de tilapia, trucha y cachama (Gomez R., 2014). Con respecto a su dinámica, entre 1989 y 2002 la producción creció a ritmos acelerados pasando de 2.650 Tm. a 28.530 Tm. El crecimiento anual en este lapso fue del 16,4%, cifra bastante significativa si tenemos en cuenta que la población colombiana creció a una tasa inferior al 2% anual y las producciones de carne de ganado, pollo y cerdo presentaron ritmos de crecimiento anual del 0,7%, 2,8%, y -2,8%, de manera respectiva (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio de Agrocadenas, 2005).

Colombia ocupa los puestos 10 y 26 en la producción mundial de tilapia y trucha, con participaciones marginales del 1% y 0,35%, respectivamente. Al mismo tiempo, el país presenta tasas de crecimiento por encima del 6% anual durante los últimos 12 años, las cuales son poco significativas si las comparamos con la dinámica exhibida por los principales países productores y algunos países del hemisferio. De hecho, mientras la producción nacional de tilapia creció en un 7% anual, la producción mundial aumentó en promedio en un 12% para el mismo lapso; más aún, países como Egipto, China, Ecuador, Honduras, Costa Rica y Brasil acrecentaron sus volúmenes de producción por encima de un 15% cada año (Tabla 1). De igual forma, la producción colombiana de trucha ascendió en un 6%, mientras Chile, Noruega y Turquía crecieron en más de un 20%; lo propio ocurrió con Canadá, Perú y Brasil, cuyas producciones aumentaron a ritmos del 10% anual. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio de agrocadenas de colombia, 2005)

Tabla1.*Principales productores de tilapias (Toneladas)*

| Puesto* | País | 1995 | 2000 | 2001 | 2002 | Part (%)** 2002 | Crec (%)*** |
|---------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------------------|-------------|
| 1 | China | 314903 | 629182 | 671666 | 706585 | 47,24% | 16,44% |
| 2 | Egipto | 21969 | 157425 | 152515 | 167735 | 11,22% | 22,44% |
| 3 | Filipinas | 81954 | 92579 | 106746 | 122390 | 8,18% | 1,99% |
| 4 | Indonesia | 74125 | 85179 | 105106 | 109768 | 7,34% | 5,36% |
| 5 | Tailandia | 76383 | 82581 | 98377 | 100576 | 6,72% | 8,95% |
| 6 | Taiwan | 46293 | 49235 | 82781 | 85059 | 5,69% | 3,45% |
| 7 | Brasil | 12014 | 32459 | 35830 | 42003 | 2,81% | 17,83% |
| 8 | R. Dem.Lao | 1610 | 18928 | 22499 | 26872 | 1,80% | 33,30% |
| 9 | Malaysia | 8866 | 18471 | 16253 | 20757 | 1,39% | 14,88% |
| 10 | Colombia**** | 16057 | 10176 | 11991 | 15224 | 1,02% | 7,42% |
| 11 | Costa Rica | 3800 | 8100 | 8500 | 13190 | 0,88% | 19,90% |
| 12 | Estados U. | 6838 | 8051 | 8051 | 9000 | 0,60% | 9,47% |
| 13 | Ecuador | | 9201 | 5169 | 8181 | 0,55% | 45,98% |
| 15 | México | 1482 | 6726 | 8845 | 7271 | 0,49% | 6,72% |
| 22 | Honduras | 172 | 927 | 1900 | 2874 | 0,19% | 23,76% |
| TOTAL | | 705855 | 1E+06 | 1E+06 | 1E+06 | 100% | 11,90% |

Tomada de FAO.Base fischstat (2003)

*Indica el lugar que ocupa el país de acuerdo con respecto a la participación del 2002.

**Part (%).Tasa de participación del país con respecto a la producción del 2002.

***Crec(%). Tasa de crecimiento logarítmica de los últimos 12 años.

****Fuente: Inocoder

6.2 EL OXÍGENO EN EL AGUA

6.2.1 Oxígeno disuelto en el agua de estanque. Tanto los peces como diversas poblaciones de microorganismos dependen del oxígeno para su supervivencia. En el agua del estanque y acuario, las beneficiosas bacterias aerobias necesitan oxígeno para sobrevivir, mientras que las bacterias anaerobias pueden vivir sin oxígeno y son causantes del deterioro del agua y de la podredumbre del lodo, con el consiguiente hedor. Así se puede afirmar que con oxígeno insuficiente se deteriora la calidad del agua, mientras que con oxígeno abundante el estanque rebosará vida. Por consiguiente, es importante que el agua del estanque y acuario tenga suficiente oxígeno para que las bacterias aerobias realicen su tarea de convertir amonio en nitrito y posteriormente el nitrito en nitrato. Con insuficiencia de oxígeno prevalecerán bacterias anaerobias con las negativas consecuencias anteriormente descritas. (Hydra, 2013)

La naturaleza física del agua pone límites a la cantidad de oxígeno que puede retener. En aguas naturales se encuentran generalmente tan solo algo menos del 1% de oxígeno disuelto. Tan poca es la concentración de oxígeno disuelto en el agua de un estanque, que se mide por partes por millón (ppm). Por ejemplo, 3mg de oxígeno disuelto en un litro de agua equivale a 3 ppm. Existen algunos factores físicos que afectan al nivel de oxígeno disuelto alcanzable, uno de ellos es la alta temperatura, la cual reduce la capacidad de disolverse al oxígeno. La alta temperatura lo hace igualmente, reduce su capacidad de disolver oxígeno, lo contrario es cuando la temperatura baja. (Hydra, 2013).

La tilapia Soporta bajas concentraciones, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son valores mayores de 2 ó 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz. (Saavedra Martínez, 2006)

6.2.2 Temperatura del agua y metabolismo de los peces. El metabolismo de los peces es dependiente de la temperatura del agua. En temperaturas bajas su metabolismo se disminuye y vuelve a acelerarse cuando la temperatura del agua asciende. Esta dependencia de la temperatura del agua afecta también a su sistema de inmunidad, curación de heridas y digestión. Para la mayoría de peces de agua fría, la respuesta inmunológica se inhibe con temperaturas por debajo de 12° C. Incluso cuando la temperatura del agua vuelve a ascender, el sistema de inmunidad de los peces tarda aproximadamente una semana en volver a funcionar de forma efectiva. Esta es una de las razones por las que los peces son especialmente vulnerables durante primavera, cuando las temperaturas del agua oscilan durante varias semanas alrededor de 12 – 15° C. Desafortunadamente los parásitos y bacterias oportunistas tienden a estar activos tan pronto empieza a subir la temperatura y se aprovechan de que los peces todavía están aletargados.

La solubilidad del oxígeno en el agua se reduce cuando aumenta la temperatura, mientras que al mismo tiempo se incrementa la demanda de oxígeno por motivos metabólicos. Dicho de otra forma, si la demanda total de oxígeno incluyendo peces, bacterias y plantas acuáticas es superior al nivel de oxígeno disuelto en el agua, los peces padecerán. Es imprescindible tener en cuenta que existen otros elementos

disueltos que afectará negativamente al nivel de oxígeno. Ello incluye la mayoría de tratamientos para el estanque, así como también la sal. Razón de más para oxigenar bien durante cualquier tratamiento. El Nivel de saturación, Cuando la temperatura baja, el agua disuelve más oxígeno. Por el contrario, con temperaturas altas el agua solo puede retener niveles bajos de oxígeno disuelto. Teniendo en cuenta los niveles de saturación del agua de su estanque bajo diferentes condiciones, permite medir el grado de efectividad de su sistema de aireación u oxigenación. Por ejemplo, a 10°C el nivel aproximado de saturación del agua es de 11,3mg/l, mientras que a 20°C será de 9,2mg/l. Cuando el nivel de saturación esté más próximo al 100%, mayor será la evidencia de la buena prestación de su sistema (Tabla 2)

Tabla 2
Requerimiento mínimo de oxígeno para peces (mg/l)

| Temperatura del agua | Máximo disponible | Mínimo requerido |
|----------------------|-------------------|------------------|
| 05°C | 12.8 mg/l | 9.1 mg/l |
| 10°C | 11.3 mg/l | 8.8 mg/l |
| 15°C | 10.2 mg/l | 8.3 mg/l |
| 20°C | 9.2 mg/l | 7.8 mg/l |
| 25°C | 8.2 mg/l | 7.5 mg/l |
| 30°C | 7.4 mg/l | 6.9 mg/l |

Tomada de Passani, M. (2003)

Cuanto mayor sea el oxígeno disuelto, tanto mejor, siempre y cuando no esté por encima del nivel de saturación del agua. Los kois y las carpas en general, requieren relativamente bajos niveles de oxígeno disuelto (6mg/l) comparado con otras especies de peces, inclusive como se anotaba anteriormente las tilapias son muy resistentes, soportan 1 mg/l. La tabla muestra que cuando aumenta la temperatura del agua, disminuye la diferencia entre el nivel máximo de oxígeno disuelto y la demanda mínima requerida por los peces. Hay que tener en cuenta que en condiciones de escasez de oxígeno (hipoxia) los peces grandes padecen más, ya que su demanda de oxígeno es superior. Con altas temperatura es importante que el sistema esté bien oxigenado, en especial por la noche, que es cuando las plantas dejan de producir oxígeno y consumen el del agua. (Passani, 2016)

6.3 LA TILAPIA

Las Tilapias, como se les conoce a un grupo de peces de origen africano, habitan principalmente en regiones tropicales del mundo, donde existen las condiciones necesarias para su reproducción y crecimiento. Fue introducida en México en la década de los 60's, proveniente de Estados Unidos. Entre sus variedades destacan la Tilapia del nilo (*O. niloticus*), la Tilapia azul (*O. aureus*) y la Tilapia de Mozambique (*O. mossambicus*). La Tilapia en comparación con otros peces, posee extraordinarias cualidades para el cultivo, como: crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades, adaptación a cautiverio, aceptación de una amplia gama de alimentos, alta resistencia a enfermedades, además de contar con algunos atributos para el mercado, como: carne blanca de buena calidad, buen sabor, poca espina, buena talla y precio accesible, que le confiere una preferencia y demanda comercial en la acuicultura mundial. (Agropecuaria, 2008) (Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de tilapia para la inocuidad alimentaria, 2008) (Esquivel, 2014)

Es una especie muy prolífera, a edad temprana y tamaño pequeño. Se reproduce entre 20 - 25 °C (trópico). El huevo de mayor tamaño es más eficiente para la eclosión y fecundidad. La madurez sexual se da a los 2 ó 3 meses. En áreas subtropicales la temperatura de reproducción es un poco menor de 20 - 23 °C. La luz también influye en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción. La tilapia soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son valores mayores de 2 ó 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz.

El pH: Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11.

La tilapia puede alcanzar pesos de 1 a 1.5 libras en un período de 6 a 9 meses, según el sistema de cultivo empleado, en condiciones adecuadas.

Los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20-30 °C, pueden soportar temperaturas menores. A temperaturas menores de 15 °C no crecen. La reproducción se

da con éxito a temperaturas entre 26-29 °C. Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37-42 °C.

pH: Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11.

Luz o Luminosidad: La radiación solar influye considerablemente en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas, dando origen a la productividad primaria, que es la cantidad de plantas verdes que se forman durante un período de tiempo.

El estanque en condiciones extensivas tiene un sistema de drenaje, no hay control completo sobre el abastecimiento del agua; la tasa de siembra varía de 10,000 a 20,000 peces/Ha. En condiciones intensivas: Las densidades oscilan entre 100,000 a 300,000 peces/Ha, se utiliza un alimento complementario de buena calidad, de 25 a 30% de proteína. El alimento se suministra a razón de 2-4% de la biomasa/día y generalmente la tasa máxima de alimentación no debe exceder los 80 a 120 Kg/Ha/día. Hay disponible aireación mecánica de emergencia que se inicia cuando la concentración de oxígeno disuelto baja hasta el 10% de saturación. La producción total varía de 5,000 a 12,000 Kg/Ha y otro es el Superintensivo: En este sistema las densidades son superiores; en estanques deben hacerse recambios diarios de agua, de hasta un 100%/hora; también se utilizan aireadores mecánicos. Los estanques son generalmente de concreto y de tipo “raceways” para que pueda darse un mejor intercambio de agua y una mayor oxigenación. También puede darse en jaulas, en las que se superan las densidades de 600 tilapias/m³. Es decir la densidad de siembra más elevadas está determinada por la disponibilidad de agua y aireación y se haga un monitoreo continuo de la calidad del agua. Tilapias mayores de 700 gramos pueden producirse, siendo necesario un ajuste en la densidad de siembra en la fase final de engorde. (Kubitza, 2009).

Existen otros parámetros conocidos (Tabla 4) en él se establecen otras condiciones ideales en la cría de tilapia. (Saavedra Martínez, 2006)

Tabla 4

Parámetros ideales para la cría de tilapia.

| <u>Parámetros</u> | <u>Rangos</u> |
|-------------------|---------------|
|-------------------|---------------|

| | |
|----------------------|------------------|
| Temperatura | 25-32°C |
| Oxígeno disuelto | 5-9 ml/L |
| pH | 6.0-9.0 |
| Alcalinidad total | 50-150 mg/L |
| Dureza total | 80-110 mg/L |
| Calcio | 60- 120mg/L |
| Nitritos | 0.1 mg/L |
| Nitratos | 1.0-2.0 mg/L |
| Amonio total | 0.1 mg/L |
| Hierro | 0.05-0.2 mg/L |
| Fosfatos | 0.15-0.2 mg/L |
| Dióxido de carbono | 5.0-10 mg/L |
| Sulfuro de hidrógeno | 0.01 mg/L |

Tomada de Saavedra Martínez (2006)

7. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La granja piscícola de asociación de usuarios campesinos del municipio de San Estanislao de Kostka realiza una producción de mojarra de forma artesanal, con implementación de modelos tecnológicos desactualizados lo que conlleva a errores como manejo de bajas densidades, bajos niveles de oxigenación y ausencia de registros que permitan un óptimo rendimiento, es decir largos períodos de tiempo, mayores a parámetros técnicos, para tener un peso adecuado de venta.

No cuentan con capacidad de recambio de agua o sistemas de aireación y oxigenación del agua, los estanques de producción y el reservorio tienen filtraciones, no poseen malla anti pájaros para evitar la depredación. Todo esto ocasiona que la explotación no genere rentabilidad que permita unos ingresos suficientes a los asociados.

Al momento de iniciar la intervención se encontraron los siguientes parámetros productivos:

Ciclo productivo = Siete meses.

Densidad de siembra = 3 animales / m².

No determinan el Índice de conversión alimenticia total (promedio del ciclo)

Peso por ejemplar en la cosecha final, sin eviscerar = 280 (900) gramos, con desigualdad de talla.

Índice de mortalidad total = 25%

Cantidad de agua = 15% de recambio mensual por estanque.

Situación encontrada:

En un monitoreo que se hizo durante algunos días, obtuvo en promedio (Apéndice E) que muestra que los niveles de oxígeno suben hacia la mitad del día, pero en el inicio y al

final del día llegan a niveles críticos, donde a pesar de que la tilapia es resistente, se podría mejorar las condiciones de este factor para mejorar la eficiencia, lo cual se distancia de los parámetros encontrados en la literatura de referencia.

8. METODOLOGIA

8.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA. El proyecto se ha llevado a cabo en la granja de la Asociación de Usuarios Campesinos ANUC del municipio de San Estanislao de Kostka, departamento de Bolívar, Colombia, constituido por 14 familias como usuarios. Latitud norte: 10°22'56.4" y longitud: 075°09'32.3". Altura sobre el nivel del mar 20m.

8.2 ANÁLISIS TÉCNICO. La intervención se realiza en un estanque de 1.300 m², con capacidad de albergar 6.500 ejemplares de tilapia, con lo cual se eleva la densidad de siembra de 3 animales/m² a 5 animales /m². La cual es aún inferior a los parámetros que están relacionados en la literatura para un programa de cría extensiva donde se manejan las menores densidades. Los alevinos fueron sembrados en el mes de abril, en un estanque de neonatos donde duraron 20 días, tiempo después del cual con un peso promedio de 80g se sacaron al estanque de 1300m², con los aireadores, estos se hacían funcionar principalmente en las horas críticas del día, es decir en las mañanas y por la noche. Una limitante que existió fue la ausencia de energía eléctrica y el racionamiento que hacen en la zona de estudio, de todas maneras se pudo aplicar aireación por grandes períodos de tiempo.

8.2.1 Implementación de aireadores de paleta (Apéndice E). Que permita incrementar las densidades de siembra por metro cuadrado y manejar densidades más altas por unidad de área, obteniendo buenos rendimientos (crecimiento, conversión alimenticia, incremento de peso y menor mortalidad), compensar los consumos de oxígeno demandados en la degradación de la materia orgánica y elimina los gases tóxicos.

El mayor efecto se tuvo sobre uno de los objetivos del trabajo que era sobre el oxígeno disuelto el cual a pesar que en promedio fue casi el mismo, entre usar y no usar los aireadores, pues apenas tuvo una diferencia de 0,4 mg/l, se pudo constatar que los niveles fueron menos variables al implementar los aireadores pues la varianza fue menor 1,43 en relación a 5,1, cuando no se utilizaba aireador y se podría suponer un efecto positivo sobre la producción, además los niveles críticos presentados en las horas de la madrugada y la noche aumentaron (tabla 5- fig. 1).

Tabla 5

Valores en variables (OD, pH, T) previos y posteriores a la implementación de aireadores

| ítem | Hora | Oxígeno disuelto (mg/l) | | pH | | Temperatura °C | |
|------------|----------------|-------------------------|---------|----------|---------|----------------|---------|
| | | Antes | Después | Antes | Después | Antes | Después |
| 1 | 8:00:00 a. m. | 2,99 | 3,56 | 8,1 | 8,3 | 31,05 | 31,08 |
| 2 | 9:00:00 a. m. | 3,67 | 3,69 | 8,2 | 8,33 | 31,5 | 31,4 |
| 3 | 10:00:00 a. m. | 4,31 | 3,99 | 8,2 | 8,38 | 32,06 | 31,98 |
| 4 | 11:00:00 a. m. | 5,41 | 4,56 | 8,3 | 8,48 | 33 | 32,17 |
| 5 | 12:00:00 p. m. | 6,99 | 4,98 | 8,5 | 8,67 | 33,5 | 32,68 |
| 6 | 1:00:00 p. m. | 7,4 | 5,68 | 8,7 | 8,71 | 33,6 | 33,09 |
| 7 | 2:00:00 p. m. | 7,9 | 5,78 | 8,7 | 8,82 | 33,4 | 33,39 |
| 8 | 3:00:00 p. m. | 8,45 | 6,09 | 8,8 | 8,88 | 32,9 | 33,46 |
| 9 | 4:00:00 p. m. | 8,56 | 6,56 | 8,7 | 8,89 | 32,9 | 33,79 |
| 10 | 5:00:00 p. m. | 8,9 | 6,89 | 8,8 | 8,99 | 32,75 | 33,95 |
| 11 | 6:00:00 p. m. | 8,01 | 7,29 | 8,9 | 8,97 | 31,75 | 33,63 |
| 12 | 7:00:00 p. m. | 7,56 | 6,68 | 8,9 | 8,99 | 31,5 | 32,78 |
| 13 | 8:00:00 p. m. | 6,69 | 5,98 | 8,8 | 8,89 | 31,1 | 32 |
| 14 | 9:00:00 p. m. | 6,31 | 5,29 | 8,7 | 8,88 | 31 | 32,4 |
| 15 | 10:00:00 p. m. | 5,45 | 4,89 | 8,6 | 8,84 | 30,6 | 32 |
| 16 | 11:00:00 p. m. | 5,3 | 4,39 | 8,5 | 8,79 | 30,5 | 30,39 |
| 17 | 12:00:00 a. m. | 4,32 | 4,38 | 8,5 | 8,77 | 30,51 | 30,51 |
| 18 | 1:00:00 a. m. | 3,41 | 4,19 | 8,4 | 8,49 | 30,45 | 30,38 |
| 19 | 2:00:00 a. m. | 3,33 | 4,03 | 8,4 | 8,44 | 30,33 | 30,04 |
| 20 | 3:00:00 a. m. | 2,69 | 3,83 | 8,2 | 8,39 | 30,1 | 30,22 |
| 21 | 4:00:00 a. m. | 2,21 | 3,65 | 8,1 | 8,33 | 30,04 | 30,06 |
| 22 | 5:00:00 a. m. | 2,09 | 3,67 | 8,1 | 8,34 | 30 | 30 |
| 23 | 6:00:00 a. m. | 2,29 | 3,15 | 8 | 8,38 | 30,01 | 30,04 |
| 24 | 7:00:00 a. m. | 2,75 | 3,67 | 8,1 | 8,39 | 30,65 | 30,64 |
| promedio | | 5,29 | 4,87 | 8,46 | 8,64 | 31,47 | 31,75 |
| diferencia | | dif. 0,4 | | dif 0,18 | | dif 1,06 | |
| Varianza | | 5,11 | 1,44 | 0,08 | 0,06 | 1,47 | 1,82 |

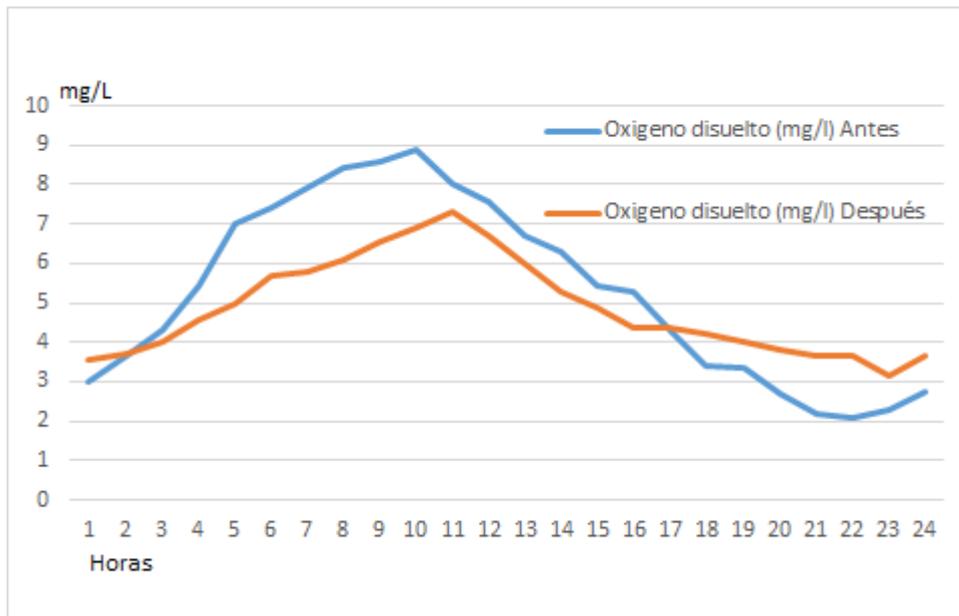


Figura 1 : Oxígeno disuelto antes y después del estudio 24 horas ANUC (mg/l)

En la gráfica se puede observar que el oxígeno disuelto es más homogéneo durante toda la medición en las 24 horas (var.1,44) cuando se ha implementado la aireación artificial, contrario a las mediciones previas cuya variación es mayor (5,11), esto influencia de alguna manera la mayor ganancia de peso al disminuir el período de engorde, además de permitir el aumento de la densidad de los animales por metro cuadrado que subió de 3 a 5 animales.

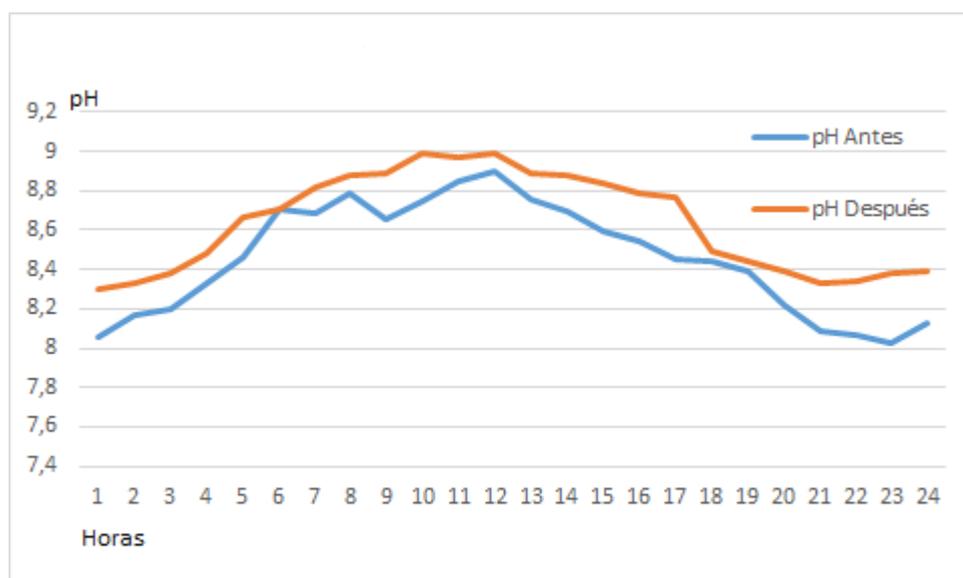


Figura 2. pH antes y después del estudio 24 horas ANUC

El pH no muestra variación en gran medida (0,08 a 0,06), sin embargo el pH al implementar los aireadores muestra un grado menor de variación. Los valores óptimos para la especie es de 7-8 y el promedio es compatible de 8,64 con la implementación de los aireadores (Kubitza, 2009).

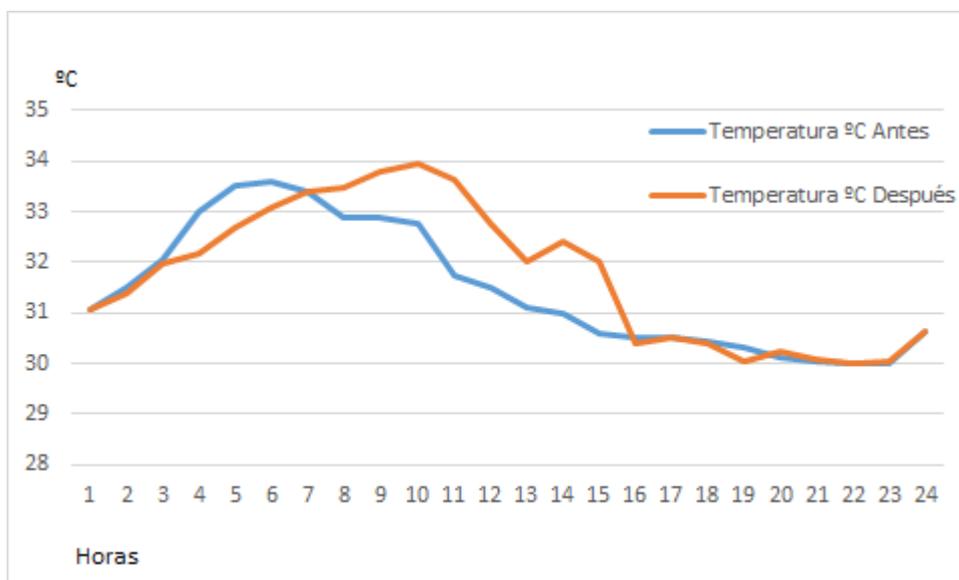


Figura 3. Temperatura antes y después del estudio 24 horas ANUC

La temperatura, no mostró una variación en sus valores que se pudiera pensar llegarán a ser influenciados por los aireadores (Tabla 5, fig. 2 y 3).

8.2.2 Establecimiento de sistema de registros productivos en formatos físicos y digitales.

Se implementarán sistemas de registro sencillos que puedan ser entendidos, manejados e interpretados por los trabajadores del proyecto, estos se llevarán en medio digital, para lo cual se dotará a la asociación de productores con un computador y una impresora para imprimir formatos y recoger la información de campo.

8.2.3 Capacitación asesoría y asistencia técnica (Apéndice D). Se capacitaron a los socios que participan del proceso productivo en contabilidad, registro y procesamiento de datos, técnicas de producción piscícola. Se hizo un acompañamiento permanente durante la duración del proyecto a fin de brindar un respaldo técnico y corregir eventuales problemas.

Especie que se sembró. La especie de tilapia seleccionada para el proyecto es tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*) debido al excelente comportamiento y rendimiento que ha demostrado en la región, estos son producidos por "Acuicultivos El Guájaro S.A." una empresa del subsector acuícola, con más de diez (10) años de operación, dedicada a la cría y cultivo de pescado y camarón en estanques de tierra.

8.3 ANÁLISIS FINANCIERO.

El proyecto se lleva a cabo con financiación de la Unión Europea. Proyecto *"Promoción de oportunidades para el desarrollo sostenible e incluyente y fortalecimiento de la gobernanza local en el marco de una cultura de paz en el Canal del Dique y Zona Costera"*, quienes asumieron los costos de los aireadores y apoyaron el ciclo productivo sobre el cual se hizo el análisis.

Las condiciones de producción fueron las mismas, aunque algunos de los parámetros productivos que fueron establecidos por los objetivos, se afectaron de manera positiva, entre ellos:

El tiempo de cosecha que paso de 7 a 4 meses, con ello se podrá aumentar el número de lotes por año aumentando de 2 a 3 lotes por año.

El peso se aumentó de 280 a 360 gramos es decir 80 gramos por encima probablemente favorecidos los parámetros que mejoraron por la implementación de los aireadores.

La densidad que pasó de 3 a 5 especímenes/m², a pesar de que técnicamente es aún baja pues se manejan en proyectos extensivos 10 animales/ m² (Saavedra Martínez, 2006).

La mortalidad se disminuyó de 25 a 10%, lo cual se acerca a una tasa cercana a otros estudios que reportan el 8% para especies adultos (Crianza de tilapias, 2009)

Con lo anterior se podría decir que se podrá pasar de 1,71 ciclos por año a 3 por año, lo cual en término de peso total bruto obtenido por año correspondería pasar de aproximadamente 1,4 ton por año a 6,3 ton por año o lo que es lo mismo 1077,3 g/m²

contra 4860 g /m², Es decir se puede aumentar casi 4 veces la producción, los cálculos son como sigue:

$$1,71 \text{ ciclos} \times 3 \text{ animales/m}^2 \times 1.300\text{m}^2 = 6.669 \text{ animales por año}$$

- mortalidad

$$6.669 - 1.667,25 = 5.001,75 \text{ animales/año}$$

$$5.001,75 \text{ animales/año} \times 280\text{g} = 1'400.490 \text{ g/año} \pm 1,4 \text{ ton/año}$$

$$1'400.490\text{g} / 1.300 \text{ m}^2 = 1.077,3\text{g/m}^2 \text{ año}$$

Previo a la implementación de los aireadores

Contra:

$$3 \text{ ciclos} \times 5 \text{ animales/m}^2 \times 1.300\text{m}^2 - 10\% = 19.500 - 1.950 = 17.550 \text{ animales/año}$$

$$17.550 \text{ animales/año} \times 360\text{g} = 6'318.000 \text{ g/año} \pm 6,3 \text{ ton/año}$$

6'318.000 g/año / 1.300m² = 4.860 g/m² año después de la implementación de aireadores.

La conversión de 1,8%, esta conversión es muy favorable, aunque no se determinaba antes del trabajo, probablemente debe haberse mejorado porque redujo el tiempo de producción, es similar a explotaciones intensivas “tipo jaula”, donde con un alto recambio (15- 25 centímetros / segundo) se pueden lograr producciones de 80 a 100 kg/m² y factores de conversión de 1,6 a 1,8 para peces de 700 gramos y crecimientos de 3 a 4 gramos / día. (Nicovita, 2008)

8.4 ANÁLISIS SOCIAL. El proyecto busca mejorar las condiciones de vida de familias campesinas las cuales han resultado afectadas por las inundaciones y posteriores sequias prolongadas que se vienen presentando en la costa atlántica colombiana desde el año 2.010 como consecuencia del cambio climático. Este es un proyecto piloto que debe redundar en educación a la población influencia del proyecto.

8.5 ANÁLISIS AMBIENTAL Con la implementación del sistema de aireación por paletas se disminuye la contaminación de aguas al disminuir el porcentaje de recambio, mejorar la calidad del agua del estanque, evitando proliferación de enfermedades e insectos perjudiciales.

10. CONCLUSIONES

Con la implementación del sistema de aireación de paletas se consigue elevar significativamente los niveles de oxigenación y mantener una menor variación del día a la noche, con lo que se logra, entre otras cosas:

Disminución del ciclo productivo, pasando de 7 a 4 meses, pues en ciclos anteriores los ciclos de 7 meses significaban menos ciclos por año, es decir se aumento de 1,71 ciclos por año a 3 por año y un aumento de la densidad que pasó de 3 ejemplares a 5 ejemplares/m², lo cual en término de peso bruto obtenido por año correspondería pasar de aproximadamente 1,4 ton por año a 6,3 ton por año o lo que es lo mismo 1077,3 g/m² contra 4860 g /m² .Un aumento de 4,5 veces en relación de la producción por año, previo al uso de los aireadores, con mejor peso comercial final promedio que correspondía a 360g por animal, después de haber obtenido 280g con 7 meses.

Se disminuyó el valor porcentual de mortalidad, pasando de 25% a 10% y el nivel de oxígeno fue más homogéneo durante el día y la noche presentando una disminución de la varianza en 3,67 a un valor de 1,44 (Tabla 6)

Tabla 6

Resumen de las conclusiones antes y después de la implementación de aireadores

| Parámetros | Antes de la intervención | Con los aireadores |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Ciclo productivo | 7 meses | 4 meses |
| Densidad | 3@ / m ² | 5@ / m ² |
| Mortalidad | 25% | 10% |
| Peso promedio al sacrificio | 280 gr | 360 gr |
| Conversión | No registraban | 1.8 |
| Recambio de agua | 15% | 8 – 10% |

11. RECOMENDACIONES.

Para la implementación de estos sistemas de aireación se debe tener en cuenta que en las zonas rurales el servicio de electricidad es muy deficiente lo cual hace necesario buscar fuentes alternativas de energía como las plantas solares para la operación de los equipos, el personal encargado de operar los equipos debe ser capacitado en aspectos técnicos básicos de operación y funcionamiento de los equipos para sortear interrupciones del funcionamiento en momentos críticos como las horas de la madrugada cuando se presentan los niveles más críticos de oxígeno en el cuerpo de agua.

Implementar un sistema para evaluar la rentabilidad del proyecto según escenarios de optimización evaluando cada una de las estrategias implementadas como en este caso con los aireadores, y realizando evaluaciones con otros factores como la densidad, alimento, ingresos y egresos, factores fundamentales para evaluar la productividad de la explotación sujeto de estudio.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Panorama Acuícola. (2001). *panoramacuicola*. Obtenido de <http://fis.com/panoramacuicola/>
- Agropecuaria, S. I. (Ed.). (2008). *Recuperado el 2016, de*
<http://www.funprover.org/formatos/cursos/Manual%20Buenas%20Practicas%20Acuicolas.pdf>
- El tiempo. (11 de abril de 2011). *La caída del dólar tienen inundada a Barranquilla de pescado del interior del País*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-7957005>
- Esquivel, M. (2014). Estado de la pesca y acuicultura a nivel nacional y a nivel global. (A. N. AUNAP, Ed.) *Sistemas de producción acuicola*.
- FAO. Comité de Seguridad Alimentaría Mundial. (2003). *El papel de la acuicultura en la mejora de la seguridad alimentaría y la nutrición*. Roma: FAO.
- Forero, S. T. (2002). *Empresas pesqueras7. Corporación Autonoma Regional del Rio Grande de la Magdalena*.
- Gomez R., H. (2014). *Hacia la sostenibilidad y competitividad de la acuicultura colombiana programa de transformación productiva*. Bogota: Excelsior impresores SAS.
- Hydra, I. (Ed.). (2013). *Estanques.eu*. Obtenido de http://www.estanques.eu/oxigeno_su_importancia.html
- Kubitza, F. (2009). *Panorama de la acuicultura*. Obtenido de http://www.agroindustria.gob.ar/site/pesca/acuicultura/01=cultivos/01-especies/_archivos/000008-Tilapia/100331_Producci%C3%B3n%20de%20tilapia%20en%20estanques%20excavados%20en%20tierra.pdf
- Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de tilapia para la inocuidad alimentaria. (2008). (SAGARPA, Ed.) Obtenido de <http://www.cosaes.com/Manual%20Tilapia%20BPPA.pdf>
- Marino, M. (s.f.). *Plan nacional para el desarrollo de la acuicultura sostenible en Colombia - Plandas*. Bogota: Autoridad Nacional de acuicultura y Pesca-AUNAP.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio de Agrocadenas. (2005). *La competitividad de las cadenas agroproductivas en Colombia. Análisis de su estructura y dinámica. 1991-2004*. Bogotá: MADR.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio de agrocadenas de Colombia. (2005). *La Cadena de la Piscicultura en Colombia. Una Mirada Global de su Estructura y Dinámica. 1991-2005*. Bogotá: MADR.

Nicovita. (2008). Obtenido de <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

Panorama acuicola. (2012). Obtenido de <http://fis.com/panoramacuicola/>

Passani, M. (28 de Febrero de 2016). *La vida en el estanque necesita oxígeno*. Obtenido de http://www.estanques.eu/oxigeno_su_importancia.html

Proyectos peruanos. (2009). Obtenido de <http://www.proyectosperuanos.com/tilapias.html>

Saavedra Martínez, M. (2006). En *Manejo de la Tilapia* (pág. 22). Nicaragua: USAID.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. (28 de Febrero de 2016). Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102702/102702/leccin_41__piscicultura.html

APENDICES

Apéndice A

Socialización del proyecto



Apéndice B

Estado del estanque al momento de iniciar la intervención



Apéndice C

Capacitación a la asociación

MCS
Mesa de trabajo

| Nº Estanque | Siembra (peces) | Peso promedio (gr) | Cantidad de peces | Nº de tazas | Especie | Nivel de producción |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------|------------------|---------------------|
| Estanque #1 Prelavante | | | | | | |
| Estanque #2 Prelavante | | | | | | |
| Estanque #3 huevo-egorda | 3464 (peces) | 9 gr | 647 gr | 2 tazas | tilapia zebra | Molana 34 2 |
| Estanque #4 huevo-egorda | 3500 | 207 gr | 7,055 gr | 4 tazas | tilapia zebra | Molana 24 5 |
| Estanque #5 huevo-egorda | | | | | | |
| Estanque #6 huevo-egorda | 2800 (peces) | 66 gr | 24,619 gr | 3 tazas | tilapia plateada | Molana 34 4 |
| Estanque #7 huevo-egorda | | | | | | |
| Estanque #8 huevo-egorda | | | | | | |

05-05-2015
 05-05-2015
 06-05-2015
 05-05-2015

38 kilos = 228,000
 en plaza
 Recogido 148,000
 Devueltos 78,000

200M
 35 kilos
 2 kilos
 6000
 2 kilos
 2 kilos
 2 kilos
 2 kilos
 2 kilos

15/05/2015 09:44





Apéndice D
Implementación del aireador





Apéndice E
Biometría



