



[ENVIRONMENTAL & SOCIAL RESPONSIBILITY \(/ADVOCATE/CATEGORY/ENVIRONMENTAL-SOCIAL-RESPONSIBILITY\)](#)

# Optimización de sistemas de tecnología biofloc de tilapia, parte 1

Monday, 11 September 2017

By Ramon M. Kourie

## Diseño de ingeniería en Chambo Fisheries, la granja de biofloc más grande del mundo para tilapia



Batería de ocho tanques BFT de cultivo multi-cohorte continuo secuencial en Chambo Fisheries.

La experiencia de producir tilapia en tecnología de biofloc (BFT), donde las tasas de alimentación aérea son al menos de cuatro a cinco órdenes de magnitud mayores que en los sistemas BFT de camarón, es limitada. Las áreas particularmente limitadas son los sistemas de conocimiento centrados en la economía de ingeniería de BFT, los sistemas de alimentación de tilapia y la bioenergética, los factores de costo y la economía de esta nueva tecnología en relación con los sistemas convencionales de acuicultura de tilapia. La experiencia perspicaz obtenida en Chambo Fisheries en Malawi, África y descrita aquí ha ayudado a llenar muchas de estas brechas de conocimiento.

Chambo Fisheries es supuestamente la mayor finca de tanques BFT de tilapia del mundo y la granja de tanques más grande de África, ubicada en las afueras de Blantyre, Malawi. La granja se puso en funcionamiento en 2013 basándose en la producción obligatoria de tilapia de Mozambique (*O. mossambicus*) y tilapia Shiranus (*O. shiranus*) debido a restricciones que prohíben la importación y cultivo de razas de cría de tilapia del Nilo (*O. niloticus*) en el país.

A pesar del lento crecimiento en los genes ferales de *O. mossambicus* y *O. shiranus* en comparación con las mejores razas de *O. niloticus*, varios factores – incluyendo buena calidad de sabor sin purgar, bajas Tasas de Conversión de Alimentos (FCRs), el potencial de producción durante todo el año (al ser finalizado el sistema de calefacción suplementaria de estanque solar somero) y los factores favorables del mercado en Malawi y en la región – hacen que las Chambo Fisheries esté potencialmente bien posicionada para su expansión.

La arquitectura del sistema fue originada por el autor como el Director Técnico Principal de SustAqua Fish Farms (Pty) Ltd., que desarrolló los planos de la granja, los programas de producción, los sistemas de gestión, y quien ejecuto la puesta en marcha, monitoreo y administración.

## Diseño de granja integrada verticalmente

Chambo Fisheries maneja una operación de cultivo verticalmente integrada que tiene una instalación de cuarentena, tanques de apareamiento de reproductores, una sala de incubación artificial para incubación de huevos extraídos de reproductoras hembras, un sistema de vivero dedicado, tanques de purga, una planta de fabricación de alimentos húmedos, una planta de hielo e instalaciones de almacenamiento en frío aparte de los tanques de crecimiento BFT. La Fig. 1 ilustra el ciclo de vida de la tilapia *O. shiranus* en Chambo Fisheries.

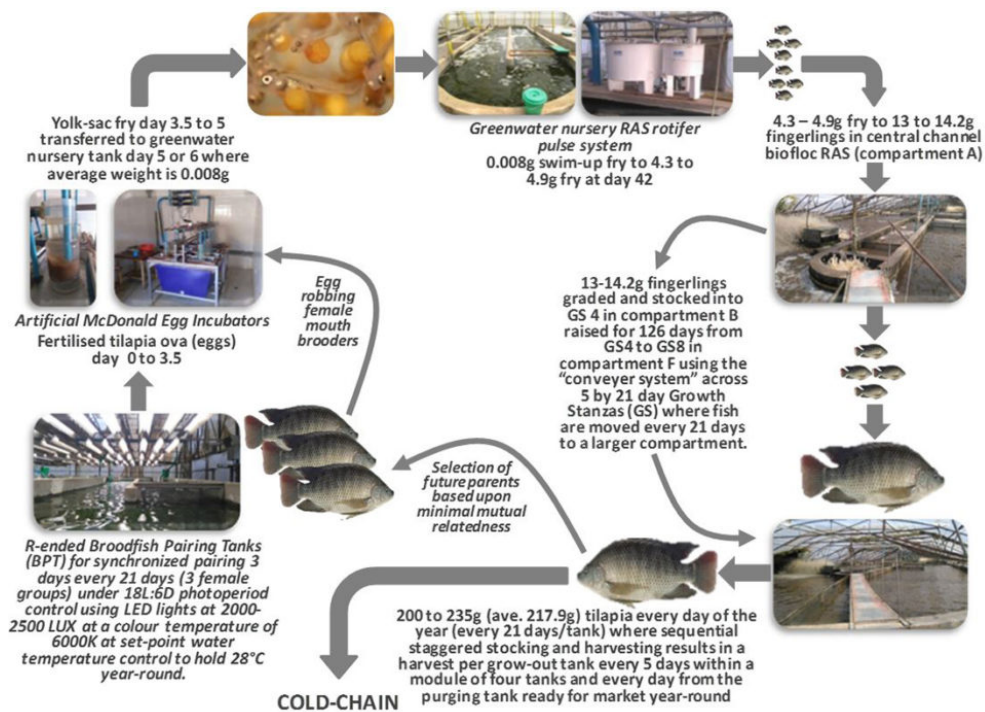


Fig. 1: Ciclo de vida de producción de tilapia de Shiranus (*Oreochromis shiranus*) de un módulo de cuatro tanques BFT produciendo hasta 400 toneladas por año de peces de 218 gramos durante todo el año.

La tilapia de Shiranus alcanza un peso comercial promedio de 218 gramos en 189 días desde la eclosión en un rango de temperatura de 27 a 29 grados-C. Aunque la purga de los peces para mejorar la calidad del sabor se practica, es innecesaria en los sistemas BFT bien manejados, ya que los peces no tienen contaminantes de sabor desagradables. Los pescados se venden enteros en hielo, y no se lleva a cabo ninguna forma de procesamiento en el sitio.

La granja cuenta con ocho tanques de crecimiento grandes y de extremos redondeados (R-terminados) con un volumen de cría efectivo de 766.000 litros y capaz de producir hasta 100 toneladas de tilapia por tanque en un año, o hasta 130 kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) por año a través de un programa de producción multi-cohorte secuencial continuo, aunque las densidades de cría sólo alcanzan los  $20 \text{ kg}/\text{m}^3$  (Fig. 1). La dirección de Chambo Fisheries está actualmente apuntando a 80 toneladas por tanque de crecimiento por año al completar el hardware del sistema de calefacción.

Debido al clima más fresco a 1.130 metros sobre el nivel del mar en Blantyre, todas las instalaciones de producción requirieron su colocación bajo invernaderos además de la necesidad de calor suplementario procedente de estanques solares someros (SSP) acoplados a un sistema de calefacción hidrónico, que incluye intercambiadores de calor de acero inoxidable incorporados en el suelo del tanque y regulados por bombas de intercambiador de calor accionadas termostáticamente para el transporte de calor.

## Mayor eficiencia y productividad a través de diseño de ingeniería y filosofía de gestión de poblaciones adoptada

El diseño de la finca está calculado para aprovechar los beneficios de la producción secuencial continua en la que cada tanque de cría se siembra y cosecha cada tres semanas. Esta filosofía de gestión de poblaciones es posible por el uso de compartimentos con mallas de filtro (Fig. 3) en los que los peces son movidos cada tres semanas a un compartimento más grande a través de simples pantallas de hacinamiento y redes de cerco desarrolladas a medida.



Vista interior de uno de los tanques BFT de crecimiento de 766 metros cúbicos (volumen efectivo) en Chambo Fisheries, mostrando los compartimentos con mallas que permiten el uso de un programa de producción secuencial continuo.

Esta técnica de gestión eleva considerablemente las relaciones Producción:Capacidad (ratios P:C) de alrededor de 2,9 en un sistema de lotes a un rango de 5,5 a 6,2:1 produciendo alrededor de 4,6-5,8 toneladas de pescado listo para el mercado cada tres semanas, o alrededor de 17 veces al año, y que aumenta grandemente la tasa de rotación del cultivo utilizando *O. niloticus* para esta ilustración (Tabla 1 y Fig. 2).

El uso de un sistema de producción secuencial de múltiples cohortes incrementa esencialmente la producción en un factor de 2,5 y reduce los costes de aportes de energía en un 60 por ciento, cuando se evalúa frente a un sistema de producción por lotes produciendo una relación P:C efectiva de sólo 2,9: 1. La viabilidad se ha mejorado considerablemente debido a que más del doble de la producción se basa en la misma inversión en equipo e

infraestructura en comparación con un sistema de producción por lotes. Esta innovación única de SustAqua Fish Farms (SAFF) fue iniciada por primera vez por la compañía en el Medio Oriente en dos granjas RAS y una tercera granja RAS en Malawi, y se denomina el Enfoque de Producción de un solo Tanque SAFF.

### Kourie, BFT, Tabla 1

Parámetro/indicador	Lote	Multi-secuencial	Ventajas de multi-secuencial sobre lotes
Capacidad de carga de peces, toneladas de pescado (para alimentar capacidad d carga)	13.89	16.61	Mayores tasas de alimentación por unidad de biomasa
Numero de cohortes a través por anos, n	2.897	17.4	Cosechas más frecuentes
Producción anual, toneladas	40	101	150.1% mayor producción anual
Ratio de Producción: Capacidad ratio (ratio P:C)	2.897	6.06	Aumento de 109.3% en ratio P:C
Rendimiento anual, kg/m3	52.5	131.3	Mayor rendimiento de 150.1%
Aporte de energía por unidad de peces producida, kWh/kg	4.24	1.70	Ahorros de 60% en aportes de energía
Capacidad de carga de alimentos, % de capacidad (avg/max X 100)	42.4	85.2	Aumento de 101.1% en capacidad de utilización

Métricas de rendimiento de producción: Producción en Lotes vs. Multi-Secuencial Continua en Tanque de Biofloc de Tecnología SAFF para crecimiento, de 766 metros cúbicos (volumen de cría efectivo) que produce *O. niloticus* (cepa Xibaha) todos-machos.

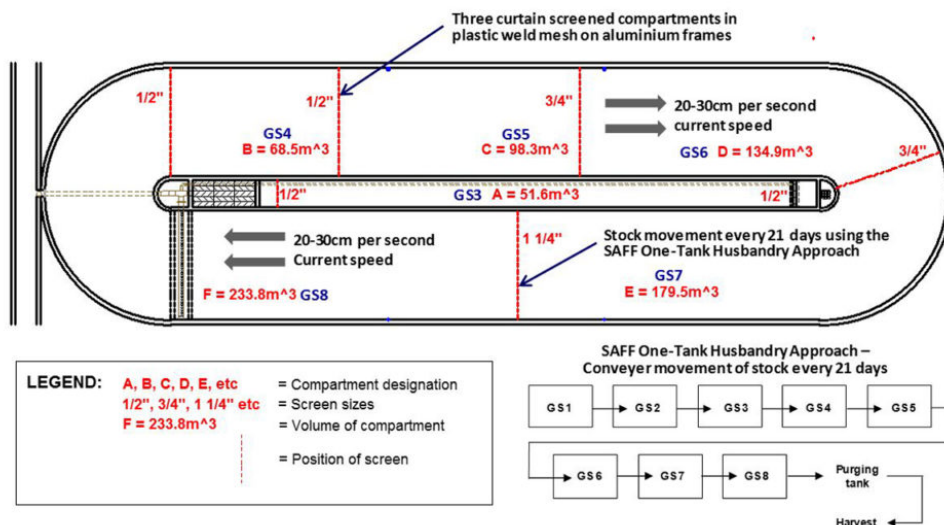


Fig. 2: Tanques de crecimiento de biofloc en Chambo Fisheries operados en un sistema de producción secuencial continuo (GS = Stanzas de crecimiento 3-8) aumentan la producción en un 150 por ciento sobre un sistema de producción por lotes.

Cada aspecto del diseño del tanque BFT R-terminado tiene como objetivo minimizar los costos de capital y de operación aprovechando al máximo el ambiente hidráulico superior creado por el diseño integrado del tanque R-terminado de SAFF. Los tanques de crecimiento BFT R-terminados incluyen un separador de láminas incorporado para la captura y extracción de sólidos. El control sobre la concentración de floc en la columna de agua y el tiempo de retención de material fecal y orgánica (material muerto) se logra regulando el tiempo de funcionamiento y el caudal de agua a través de un separador de láminas desde un desagüe de ancho total en el tanque principal. El agua se extrae a través del separador de láminas, causando un diferencial de cabezal en el extremo más alejado del canal central mediante una bomba de puente múltiple, que permite un control infinito sobre la tasa de bombeo.

Una de las estipulaciones o condiciones importantes para el éxito de los tanques de cultivo BFT continuo en Chambo Fisheries se atribuye a un cuidadoso diseño de ingeniería para evitar la acumulación de residuos sólidos en cualquier parte del sistema, así como la descarga eficaz dos veces al día de sólidos de los tanques a capacidad.

El control horizontal de la velocidad del agua en el rango de 15 a 30 centímetros por segundo crea un efecto de flujo beneficioso, al ajustar la profundidad de las paletas de los aireadores de paletas para regular el impulso horizontal para superar las fuerzas de fricción de la masa de agua móvil en los tanques y a través de segmentos de compartimientos con mallas. Esto mejora el gradiente de concentración de conducción para la transferencia de oxígeno de dispositivos de aireación cuidadosamente seleccionados y posicionados, consistentes en cuatro difusores de suelo de anchura total a intervalos estratégicos a lo largo del eje de longitud de los tanques, así como los dos aireadores de paletas de 10 HP.

Se ha demostrado que el ejercicio moderado forzado induce hipertrofia muscular, mejora las tasas de crecimiento y reduce los costos energéticos de la adición de proteínas. Aquí los peces alimentados, incluso descrito en tilapias, bajo condiciones continuas de ejercicio moderado exhiben un cambio en sus metabolismos para derivar energía para la actividad de natación y acreción de proteínas en gran parte de carbohidratos y lípidos en lugar de proteínas (un mecanismo de supervivencia para ahorrar pérdida de proteína del músculo). Esto da como resultado peces en cosecha que tienen un menor contenido de grasa mientras se reducen los índices de conversión de alimento (FCRs), se mejora el crecimiento, se mejora la textura de la carne (más firme) y los rendimientos de filete se elevan marginalmente (peces más rellenos o gordos con respecto a su longitud corporal).

Una de las preocupaciones de BFT es la mayor demanda de energía para la mezcla, aireación y movimiento horizontal de agua para el transporte de sólidos a los desagües. Independientemente de la filosofía de la gestión de poblaciones, tanto si la producción se origina en cultivos de lotes como en cultivos secuenciales de múltiples cohortes, ambos modos de operación requieren una mezcla y una aireación continuas. La ventaja de la producción multi-cohorte secuencial, aparte de la mayor número de cultivos en relación con la capacidad de carga, es la eficiencia energética enormemente mejorada. La Tabla 1 indica una demanda de energía de 4,24 kWh/kg de ganancia de biomasa en un sistema de lotes versus sólo 1,7 kWh/kg bajo un sistema secuencial de producción de múltiples cohortes a nivel del mar. Este resultado es bastante comparable al consumo de energía de la unidad en sistemas RAS más eficientes que cultivan tilapias.

En la parte 2 de este artículo, continuaré discutiendo los beneficios de BFT como una tecnología alternativa competitiva y sostenible, de bajo costo y de confinamiento intensivo para la acuicultura de tilapia.

SaveSave

## Author

---



**RAMON M. KOURIE**

Chief Technical Officer

SAFF - SustAqua Fish Farms (Pty) Ltd

14 Branch Lane, Blairgowrie, 2625

Johannesburg, South Africa

<http://sustaquafishfarms.co.za>

**[ramonkourie@sustaquafishfarms.co.za](mailto:ramonkourie@sustaquafishfarms.co.za)**

**(mailto:ramonkourie@sustaquafishfarms.co.za)**

Copyright © 2016–2019  
Global Aquaculture Alliance