



ALLIANCE™

(<https://debug.globalseafood.org>)



 Intelligence

# Primer ensayo de cultivo de tilapia del Nilo vacunada en IPRS en Colombia

4 May 2020

By Esau Arana , Verena Fuentes , Gilbert Thiriez , Jairo Amezcuita and Jesse Chappell, Ph.D.

Resultados muestran un crecimiento adecuado, supervivencia y desempeño económico mejorados



Vista aérea de los raceways (canales) del sistema IPRS utilizadas en el ensayo en Acuicultura El Guajaro, una granja comercial de tilapia cerca de Cartagena, Colombia.

Acuicultura El Guajaro, una granja comercial de tilapia cerca de Cartagena, Colombia, se ha enfrentado a una situación difícil con respecto a su suministro de agua. Ya no puede bombear agua del Lago El Guajaro porque su agua es altamente eutrófica. Sin embargo, la calidad del agua del lago es adecuada para la acuicultura, con alcalinidad promedio de 401 meq/L (miliequivalentes por litro; rango 380 a 420), dureza promedio de 161.5 mg/L (145 a 185); pH promedio de 8.12 (7.9 a 8.4) y valores de salinidad entre 0.6 a 1.0 ppt. Por lo tanto, la granja recientemente estableció un sistema de recirculación de agua que no utiliza agua del lago. El agua original de la granja tiene una gran carga orgánica, que afecta el oxígeno disuelto en la granja.

Recientemente realizamos un estudio para evaluar el rendimiento de tilapia del Nilo vacunada en un sistema de raceways en estanque (IPRS). Agradecemos el apoyo de **Acuacultivos El Guajaro** (<http://www.acuaguajaro.com.co/>) en Cartagena, Colombia por su apoyo y uso de sus instalaciones de cultivo de tilapia; y también al Consejo de Exportación de Soya de los Estados Unidos (**USSEC** (<https://ussoy.org/>)) por su apoyo financiero para este estudio.

## Configuración del estudio

La granja diseñó un estanque de 1,14 hectáreas con una profundidad promedio de 1,4 metros y un volumen total de 15.960 metros cúbicos. Se construyeron tres canales de IPRS en el estanque, cada uno con 154 metros cúbicos de volumen de cultivo, para un volumen total de cultivo de 462 metros cúbicos y que representan el 2,89 por ciento del volumen total de agua del estanque.

Cada raceway (canal) se sembró con 25.044 alevines de tilapia (peso promedio 41.3 gramos) vacunados contra la bacteria *Streptococcus agalactiae* tipo B. Los peces se sembraron a 163 peces por metro cúbico y a una biomasa inicial de 6,72 kg por metro cúbico. El crecimiento de los peces se evaluó quincenalmente, y se monitorearon varios parámetros de calidad del agua dos veces por semana, incluyendo oxígeno disuelto, temperatura (dos veces al día, mañana y tarde) amoníaco, nitrito, pH, dureza y alcalinidad. Los peces fueron alimentados seis veces al día el primer mes y luego alimentados no menos de cuatro veces al día (según el peso corporal) durante el resto del ensayo. Los peces muertos fueron recolectados de los raceways y contados.

## Resultados y discusión

Los peces fueron alimentados con una fórmula USSEC con 38 por ciento de proteína cruda (CP) el primer mes y con 32 por ciento CP durante el resto del estudio. Esta dieta también incluía 6 por ciento de lípidos, 12 por ciento de humedad, 10 por ciento de fibra, 12 por ciento de cenizas y 48 por ciento de inclusión de soya.

Cuando los peces alcanzaron los 100 a 125 gramos, se retiraron las pantallas pequeñas del IPRS y se reemplazaron con pantallas de malla más grande. El uso de pantallas más grandes y el su mantenimiento mejoraron el flujo de agua a través de los raceways a medida que los peces crecieron y requirieron una mejor calidad del agua.

La tilapia vacunada utilizada en este ensayo arrojó un total de 25.327 kg por ha, con una supervivencia del 83 por ciento, un promedio de FCR de 1,29 y un aumento de peso promedio de 4.34 gramos por día. La acuicultura de El Guajaro generalmente tiene tasas de supervivencia del 60 por ciento con tilapia no vacunada. Aunque las pistas de rodadura no vacunadas no se incluyeron en este estudio, el *Streptococcus agalactiae* tipo B, la vacunación pareció aumentar las tasas de supervivencia hasta 83 al 85 por ciento. El oxígeno endémico bajo disuelto en la granja contribuye al estrés de los peces y a la producción tradicional de estanques tan baja como hasta de 15.000 kg por ha por cosecha.

En condiciones de baja concentración de oxígeno, los peces fueron alimentados hasta aprox. 456 kg por ha por día para el día 77, pero el aumento de la biomasa y las condiciones estresantes obligaron a la gerencia a aumentar la aireación y a reducir las cantidades de alimento alimentadas a 388 kg por ha por día durante las últimas semanas de la prueba. El aumento de la aireación y la disminución de la ingesta de alimento se reflejaron en el aumento de peso (gramos por día), que promedió 4,34, ligeramente más bajo que el estándar IPRS de 4,4 a 4,5 gramos por día reportado por el autor correspondiente en un reciente congreso de acuicultura en 2019 para tilapia roja. Otros investigadores han observado mayores ganancias de peso (gramos por día) con tilapia.

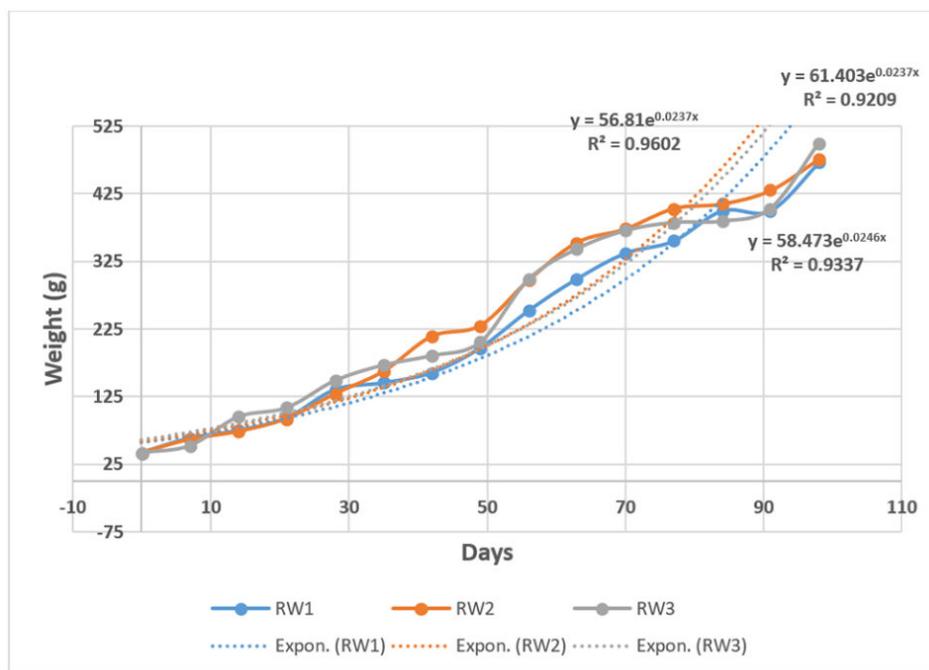
Los peces fueron sembrados para alcanzar los 500 gramos en la cosecha. Sembrada a un promedio de 41,3 gramos por pez, nuestra tilapia vacunada alcanzó el tamaño de mercado en 106 días. Los episodios largos de oxígeno disuelto bajo conducen a una cosecha parcial temprana, como se indica en la Tabla 1. El peso promedio en la cosecha parcial no se incluye en el cálculo del peso promedio general por raceway. El peso promedio total se calculó dividiendo el peso total cosechado por el número total de peces cosechados. Este promedio refleja una mejor manera de cómo se comercializa el pescado.

## Arana, IPRS, Tabla 1

| Raceway     | Fecha de cosecha | Cosecha parcial (kg) | No. peces cosechados | Peso promedio de peces (g) |
|-------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|
| RW1         | 2 Oct 2019       | 1,101                | 3,172                | 347                        |
| RW1         | 16 Oct 2019      | 1,532                | 3,581                | 428                        |
| RW1         | 30 Oct 2019      | 3,624                | 7,373                | 492                        |
| RW1         | 31 Oct 2019      | 3,582                | 7,222                | 496                        |
| Sub-totales | –                | 9,838                | 21,347               | 461                        |
| RW2         | 2 Oct 2019       | 1,041                | 2,975                | 350                        |
| RW2         | 16 Oct 2019      | 1,254                | 3,043                | 412                        |
| RW2         | 30 Oct 2019      | 7,419                | 15,026               | 494                        |
| RW2         | 30 Oct 2019      | 9                    | 18                   | 488                        |
| Sub-totales | –                | 9,723                | 21,063               | 462                        |
| RW3         | 5 Oct 2019       | 1,792                | 4,480                | 370                        |
| RW3         | 28 Oct 2019      | 5,565                | 10,954               | 508                        |
| RW3         | 30 Oct 2019      | 1,955                | 4,133                | 473                        |

|             |   |        |        |     |
|-------------|---|--------|--------|-----|
| Sub-totales | - | 9,312  | 19,927 | 467 |
| TOTAL       | - | 28,873 | 62,337 | 463 |

Tabla 1. Producción de biomasa y peso promedio de los peces de los tres raceways en el sistema IPRS probado.



La aireación se aumentó de 11,5 Hp a 19 Hp durante los últimos 1,5 meses de la prueba antes de la cosecha. El aumento en el uso de energía eléctrica fue una preocupación, pero la producción final resultante fue adecuada, como se muestra en el resumen financiero. Los estanques tradicionales generalmente usan 12 Hp por ciclo solo en aireación nocturna.

## Arana, IPRS, Tabla 2

| Variable                       | RW3             | RW2             | RW1             | Total  |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| No. peces sembrados            | 25,044          | 25,044          | 25,044          | 75,132 |
| Peso total inicial (kg)        | 1,034           | 1,034           | 1,034           | 3,102  |
| Peso promedio inicial (g)      | 41.3            | 41.3            | 41.3            | -      |
| Fecha de siembra               | 16 Julio 2019   | 16 Julio 2019   | 16 Julio 2019   | -      |
| Fecha de cosecha               | 30 Octubre 2019 | 30 Octubre 2019 | 30 Octubre 2019 | -      |
| Total días de cultivo          | 106             | 106             | 106             | -      |
| Biomasa cosechada (kg/raceway) | 9,312           | 9,723           | 9,838           | 28,873 |
| No. peces cosechados           | 19,927          | 21,063          | 21,347          | 62,337 |
| Supervivencia (%)              | 79.6            | 84.1            | 85.2            | -      |

|                                   |      |      |      |      |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Kgs cosechados por metro cúbico   | 60.5 | 63.1 | 63.9 | –    |
| Peso promedio final (g)           | 467  | 462  | 461  | 463  |
| Ganancia de peso promedio (g/día) | 4.41 | 4.35 | 4.27 | –    |
| FCR                               | 1.32 | 1.30 | 1.27 | 1.29 |

Tabla 2. Datos de producción de los tres raceways en el sistema IPRS evaluado.

La temperatura del agua durante la prueba se controló de cerca debido a su impacto potencial sobre la mortalidad inducida por *Streptococcus agalactiae* tipo B en la tilapia. La temperatura del agua a las 2 p.m. llegó tan alta como 33,7 grados-C y tan baja como 31,5 grados-C. Las temperaturas de la mañana a las 6 a.m. fueron tan altas como 31,5 grados-C y tan bajas como 29,0 grados-C.

Uno de los mayores problemas en El Guajaro es el agua con alto contenido de materia orgánica, lo que aumenta el consumo de oxígeno disuelto que es vital para el crecimiento adecuado y el bienestar de los peces cultivados. Como se muestra en la Fig. 2, a las 6 a.m. las lecturas de oxígeno disuelto (OD) fueron tan altas como 2,8 ppm y tan bajas como 1,0 ppm. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la ingesta de alimento se disminuyó y la aireación se aumentó para mantener el OD por encima de 1,5 ppm, en límites que aún soportarían el crecimiento adecuado de la tilapia. Los niveles de OD en la tarde (2 p.m.) no fueron un problema, con lecturas tan altas como 13,0 ppm y tan bajas como 4,5.

Fig.2: Lecturas de oxígeno disuelto del raceway 2 a las 6 a.m. y a las 2 p.m. durante el estudio de IPRS.

Al comienzo de la prueba, la concentración de amoníaco fue de 0,5 ppm, luego durante las primeras 1,5 semanas aumentó a 1,1 ppm a medida que se estableció la población de bacterias nitrificantes. Los niveles de amoníaco durante la prueba pasaron de 1,1 a 0,1 y luego aumentaron ligeramente a 0,2 ppm

al final de la prueba. Los niveles de nitrito siguieron un patrón similar, con lecturas de 0,65 ppm al comienzo de la prueba, que aumentaron a 0,95 durante las primeras semanas, seguidas de una disminución constante a 0,6 ppm al final de la prueba.

Una combinación de mayor aireación mecánica, menor ingesta de alimento y mayor intercambio de agua ayudó a mantener el OD por encima de 1,5 ppm en la mañana, y a reducir la concentración de amoníaco y nitrito a niveles seguros.

La velocidad del agua superficial observada promedió 10,0 cm por segundo. El flujo de agua pareció reducir el contenido de grasa abdominal de la tilapia. En los estanques tradicionales, la grasa del pez es del 11,8 por ciento; en nuestra tilapia de IPRS bajó a 11,2 por ciento. Vale la pena mencionar que los clientes de Cartagena mencionaron que la tilapia de nuestra prueba tenía una carne más firme y una coloración plateada más notable, y fueron muy bien aceptadas.

El mayor consumo de energía eléctrica ha sido una preocupación de los usuarios potenciales del sistema IPRS. En esta prueba, debido a las condiciones eutróficas específicas en el lugar, se necesitaba más aireación mecánica, lo que aumentó el costo de energía a US\$ 11 centavos por kg para el pescado de IPRS; Para los estanques tradicionales, este costo es típicamente de 7 centavos. Sin embargo, esto fue compensado por el uso de energía de recambio de agua (bombeo), con costos de 1 centavo por kg de pescado para el IPRS en comparación con 9 centavos por kg de pescado para los estanques tradicionales.

## Arana, IPRS, Tabla 3

| <b>COSTOS VARIABLES</b>                         | <b>IPRS %</b> | <b>Estanque tradicional %</b> |
|---|---------------|-------------------------------|
| Alimento  | 55.46         | 50.06                         |
| Alevines  | 3.04          | 2.31                          |
| Vacunación                                      | 8.41          | 6.38                          |
| Energía, aireación, bombeo, etc.                | 10.18         | 11.92                         |
| Transporte, alquiler, otros                     | 1.24          | 1.76                          |
| Personal  | 10.46         | 11.92                         |
| Mantenimiento                                   | 3.41          | 4.83                          |
| Otros   | 1.57          | 2.22                          |
| <b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>                   | <b>93.77</b>  | <b>94.21</b>                  |
| <b>COSTOS FIJOS</b>                             |               |                               |
| Construcción de IPRS                            | 2.14          | 0                             |
| Administración                                  | 2.74          | 3.87                          |
| Mercadeo  | 0.4           | 0.56                          |
| Préstamos                                       | 0.95          | 1.36                          |
| <b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>                       | <b>6.23</b>   | <b>5.79</b>                   |
| <b>TOTAL COSTOS (variables + fijos), USD/kg</b> | <b>100</b>    | <b>100</b>                    |
| Ventas (USD/kg)                                 | 1.56          | 1.56                          |

|                                  |      |      |
|----------------------------------|------|------|
| Beneficio (USD/kg)               | 0.36 | 0.23 |
| Retorno sobre inversión (ROI, %) | 30   | 16   |

Tabla 3. Datos financieros para el ensayo IPRS vs. estanques tradicionales.

## Conclusiones

La calidad del agua en la granja de tilapia donde se realizó esta prueba de IPRS tiene buena alcalinidad, dureza y niveles de salinidad, pero también un alto contenido de materia orgánica que resulta en bajas concentraciones de oxígeno disuelto permanentes en la mañana en sus estanques tradicionales. Durante el ensayo IPRS, la aireación mecánica tuvo que aumentarse y las aplicaciones de alimentación se redujeron para mantener niveles adecuados de oxígeno para el crecimiento de tilapia.

La alta temperatura y el bajo OD en la mañana proporcionaron condiciones favorables para el desarrollo del patógeno *Streptococcus agalactiae* tipo B. Sin embargo, el uso de peces vacunados en el ensayo IPRS produjo mayores tasas de supervivencia frente a los resultados tradicionales de los estanques, 83 y 60 por ciento, respectivamente.

El uso de la tecnología IPRS aumentó la producción frente a los resultados de estanques tradicionales, de 15 toneladas por ha a 25 toneladas por ha por cosecha. Un aspecto importante del IPRS es que la eliminación frecuente de desechos de peces en el sistema probablemente tuvo un impacto positivo significativo en el aumento de la producción de tilapia. El retorno de la inversión (ROI) del 16 por ciento de la granja para los estanques tradicionales aumentó al 30 por ciento en el sistema IPRS, un aumento del 53 por ciento.

Estos resultados alentadores, junto con las reacciones muy positivas al pescado del ensayo IPRS por parte de clientes en Cartagena, indican el potencial significativo de la tecnología IPRS para la producción de tilapia y otras especies de peces en Colombia y otros países de la región.

## Authors



### ESAU ARANA

Research Associate IV  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn AL USA 36849

[aranaes@auburn.edu](mailto:aranaes@auburn.edu) (<mailto:aranaes@auburn.edu>).



**VERENA FUENTES**

Acuacultivos El Guajaro, Cartagena, Colombia



**GILBERT THIRIEZ**

Acuacultivos El Guajaro, Cartagena, Colombia



**JAIRO AMEZQUITA**

Regional Aquaculture Project Manager  
U.S. Soybean Export Council, Colombia



**JESSE CHAPPELL, PH.D.**

Associate Professor & Extension Specialist  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn AL USA 36849

Copyright © 2023 Global Seafood Alliance

All rights reserved.

