

**Evaluación de alimento concentrado
Empyreal 75[®] en dietas de pre-engorde de
tilapia en Zamorano, Honduras**

**Ademir Stalin Garzon López
Adriana Mercedes Velásquez Pazmiño**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de alimento concentrado Empyreal 75[®] en dietas de pre-engorde de tilapia en Zamorano, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Ademir Stalin Garzon López
Adriana Mercedes Velásquez Pazmiño

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2017

Evaluación de alimento concentrado Empyreal® 75 en dietas de pre-engorde de tilapia en Zamorano, Honduras

**Ademir Stalin Garzon López
Adriana Mercedes Velásquez Pazmiño**

Resumen. La alimentación es el factor más importante de la producción en un cultivo de tilapia con manejo intensivo. El ensayo se llevó a cabo en la unidad de acuicultura de Zamorano, Honduras, con el objetivo de evaluar una fuente alternativa de proteína en dietas de pre-engorde de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) alimentados con 5, 10 % de inclusión de Empyreal 75® y una dieta control. Se usaron 2400 alevines con una densidad de 800 alevines por tratamiento dentro de un invernadero. La ganancia de peso se determinó pesando una muestra de 50 alevines por tanque cada 22 días. El peso promedio inicial fue de 28 gramos por muestra. Se monitoreo semanalmente los parámetros de calidad de agua, los cuales se mantuvieron dentro del rango óptimo. La sobrevivencia fue de 56%, debido a las condiciones climáticas desfavorables que se presentaron al inicio de la evaluación. El peso promedio final en el tratamiento uno fue de 525 ± 65 , tratamiento dos de 463 ± 75 , y tratamiento tres 600 ± 41 gramos respectivamente. En el final de la evaluación si existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Palabras clave: concentrado, invernadero, tanques, tilapia gris.

Abstract: Feeding is a crucial factor for intensive management of tilapia production. The experiment took place at the Aquaculture Unit of Zamorano, Honduras, having the objective of evaluating an alternative source of protein in the pre-fattening diet for gray tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with 5 and 10% of Empyreal 75® inclusion and one control diet. Two thousand and four hundred fry with a density of 800 fry per treatment inside a greenhouse. The weight gain was determined weighing 50 fry of each tank every 22 days. The initial average weight was 28 g. Every week the water quality parameters were monitored, thus maintained in the optimum range. Survival rate was 56%, given the fact that weather conditions were unfavorable at the beginning of the evaluation. The average weight at the end of the first treatment was 525 ± 65 , treatment number two, 463 ± 75 , and treatment number three was 600 ± 41 grams respectively. Finally at the evaluation, if significant difference was noted among the treatments.

Key words: feed, greenhouse, tanks, Nile tilapia.

CONTENIDO

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Portadilla | i |
| Página de firmas..... | ii |
| Resumen..... | iii |
| Contenido..... | iv |
| Índice de Cuadros..... | v |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. METODOLOGÍA..... | 3 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 5 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 10 |
| 5. RECOMENDACIONES..... | 11 |
| 6. LITERATURA CITADA..... | 12 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadros | Página |
|---|--------|
| 1. Tabla de alimentación para tilapia..... | 3 |
| 2. Parámetros de calidad de agua medidos durante cuatro periodos de muestreo..... | 5 |
| 3. Comparación de ganancia de peso (g) entre tratamientos durante cuatro periodos de muestreo, como efecto de inclusión de Empyreal 75 [®] en dietas de pre-engorde de tilapia y una dieta control | 6 |
| 4. Comparación de tasa crecimiento específico (%) de alevines entre tratamientos durante cuatro periodos de muestreo, como efecto de inclusión Empyreal 75 [®] en dietas de pre-engorde de tilapia y una dieta control | 7 |
| 5. Comparación de conversión alimenticia de alevines entre tratamientos durante cuatro periodos de muestreo, como efecto de inclusión de Empyreal 75 [®] en dietas de pre-engorde de tilapia y una dieta control | 8 |

1. INTRODUCCIÓN

La tilapia (*Oreochromis niloticus*), pez nativo de África, ha sido introducido a muchos países del mundo (Auburn University 1990b). Es el segundo pez más importante a nivel económico en la Acuicultura mundial después de la carpa (Medina Flores 2009). Su popularidad reside en su resistencia a enfermedades, fácil reproducción, consumo de una gran variedad de alimentos y su tolerancia a aguas con bajas concentraciones de oxígeno disuelto (Auburn University 1990b). Por lo general, es cultivada en jaulas, arrozales y estanques (Auburn University 1990b).

El género *Oreochromis* se clasifica como omnívoro, debido a la diversidad de alimentos que ingieren, tendiendo hacia el consumo de fitoplancton y zooplancton (Saavedra 2006). Comercialmente no se puede depender de alimento natural ya que no siempre estará disponible, por lo que es necesario en ocasiones suministrar a los peces a intervalos regulares alimentos concentrados manufacturados (Auburn University 1990a).

Una dieta ideal debe suplir los requerimientos proteicos y energéticos de las tilapias (Universidad de los Llanos 2012). La forma y frecuencia en la que se alimenta son factores que contribuyen al éxito del cultivo (Wong Lama 2003). Las proteínas son el constituyente más importante de cualquier célula viviente, y son consideradas el grupo químico más abundante en el cuerpo de los animales, después del agua (Universidad de los Llanos 2012). La presencia de proteína en la dieta es necesaria debido a que contribuye al crecimiento y formación de tejidos (Universidad de los Llanos 2012). Los lípidos son utilizados exclusivamente como energía, de manera que las proteínas se destinen al crecimiento (Tacon 2008).

El tejido muscular de los peces está conformado por proteínas estructurales (actina, miosina, tropomiosina y actomiosina), que conforman el 70-80% del contenido total de proteínas que conforman el aparato contráctil, responsable de los movimientos musculares (Acuña 2013). El 25-30% del total de proteínas son sarcoplasmáticas (mioalbúmina, globulina y enzimas) que participan en el metabolismo celular (Acuña 2013). Las proteínas del tejido conectivo (colágeno) que conforma entre el 3-10% del total de proteínas, responsable del comportamiento natatorio de las especies (Acuña 2013).

El pescado cumple un rol muy importante en la nutrición, debido a que brinda beneficios a la salud (Traverso y Avdalov 2014). Su ingesta provee lípidos y proteínas constituidas por cadenas de aminoácidos esenciales, los cuales no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser proporcionados en la alimentación (Traverso y Avdalov 2014). Los peces cultivados por medio de acuicultura poseen un contenido graso que los categoriza como magros, lo cual significa que poseen menor contenido de colesterol (Acuña 2013). Tomando

en cuenta el alto déficit proteico y la alta demanda de productos de bajo contenido de colesterol de la humanidad, el cultivo de tilapia se convierte en una alternativa viable por su alta productividad y su composición (Toledo Pérez y García Capote 2000). Es por esto que evaluamos su rendimiento usando Empyreal 75[®].

Empyreal 75[®] es una fuente de proteína pura a base de maíz, sin conservantes artificiales (Cargill 2008). Es una fuente consistente de proteína altamente digestible de bajo contenido de ceniza, y rica en nutrientes (Cargill 2008). La presencia de xantofila en su composición lo convierte en una fuente valiosa de antioxidantes, además de aportar excelentes características de extrusión lo que ayuda a reducir los requerimientos de energía y provee mayor uniformidad en la estructura celular (Cargill 2008). Para efecto de la evaluación fijamos el siguiente objetivo.

- Evaluar si la inclusión de alimento concentrado Empyreal 75[®] en dietas de pre engorde de tilapia gris (*O. niloticus*) tiene efecto en términos de ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y tasa de crecimiento específico.

2. METODOLOGÍA

Ubicación. El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Acuicultura Daniel E. Meyer ubicada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 32 Km al este de Tegucigalpa en el Valle de Yegüare, Honduras. Zamorano, se encuentra a una altura de 800 msnm y una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación promedio anual de 1100 mm, distribuidos mayormente entre los meses de mayo y octubre.

Unidades experimentales. Se utilizaron 12 tanques de fibra de vidrio con una capacidad de 0.34 m³ cada uno. El agua que se utilizó para el llenado de los tanques proviene de la laguna de Monte Redondo, reservorio artificial de la unidad. Todas las unidades fueron ubicadas en un invernadero para evitar posibles pérdidas por depredación en los alevines y mantener una temperatura adecuada para el desarrollo de la tilapia, debido a fluctuaciones de temperatura naturales durante los meses más fríos en Zamorano.

Alevines. Los alevines que se usaron en la evaluación fueron producidos en la unidad de acuicultura. Se utilizaron 2,400 alevines de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*). Cada unidad experimental se sembraron 200 alevines, con un peso promedio inicial por alevín de 0.5 gramos y una longitud promedio de 3 cm. La siembra se realizó después de que los alevines pasaron por el proceso de reversión sexual.

Alimentación. Se usaron dietas isoproteicas e isolipídicas, con un nivel de inclusión de Emyreal 75[®] en dietas de pre-engorde de 5, 10% y una dieta control. El tratamiento uno recibió la dieta con 5% de inclusión, tratamiento dos recibió la dieta con 10 % de inclusión y por el último el tratamiento tres recibió la dieta control.

Cuadro 1. Tabla de alimentación para tilapia.

| Etapas del cultivo | Días del cultivo | Porcentaje de biomasa |
|---------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Alevín | 0-35 | 10 |
| Inicial | 35-80 | 7.5 |
| Crecimiento | 80-125 | 5 |
| Desarrollo | 125-170 | 3.5 |
| Engorde | 170-185 | 2 |

(Bioalimentar 2017)

Calidad de agua. El monitoreo de agua se realizó semanalmente a cada unidad experimental, se midieron los siguientes parámetros: temperatura (°C), niveles oxígeno disuelto (ppm), turbidez (cm), niveles de amonio (ppm), y pH. Para el monitoreo se utilizó

un medidor de oxígeno disuelto 'Extech DO600', disco 'Secchi' y un 'Aquachek' water quality test respectivamente.

Muestreos. Se realizaron cuatro muestreos respectivamente para determinar la ganancia de peso cada 22 días. En base a estos datos se determinaba la nueva ración hasta el próximo muestreo. El peso los alevines se tomó con una balanza 'Chatillon'.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, un análisis de varianza (ANDEVA) modelo lineal general y una separación de medias con el método LSD para las variables a medir con un nivel de significancia $P \leq 0.05$ utilizando el programa "Statistical Analysis System" (SAS[®] 9.3).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de agua. La calidad de agua está determinada por sus propiedades físico-químicas (Saavedra 2006). Estos parámetros influyen en aspectos productivos, por lo que es importante mantenerlos dentro de los rangos óptimos (Saavedra 2006).

El rango de temperatura óptimo es de 25-32 °C (Castillo Montes 2003). A temperaturas menores, los índices de mortalidad aumentan y el crecimiento disminuye considerablemente (Saavedra 2006). La temperatura del agua no se mantuvo dentro del rango aceptable al inicio de la evaluación siendo este un factor que influyó en la baja sobrevivencia de los alevines (Cuadro 2).

El comportamiento del oxígeno disuelto en cada tratamiento se mantuvo dentro de los niveles normales. Estos son valores promedios tomados antes y después del recambio de agua realizado semanalmente (Cuadro 2). A concentraciones por debajo de 4.0 ppm de oxígeno disuelto existe una disminución en el crecimiento y apetito de los peces (Wong Lama 2003).

El alimento no consumido es descompuesto por bacterias, lo que resulta en liberación de amonio en el agua (Auburn University 2003). El rango tolerable es de 0.6-2.0 ppm (Nicovita 1997). La presencia de amonio en el agua en el experimento se mantuvo dentro de los niveles tolerables (Cuadro 2). A concentraciones superiores de amonio se produce alta toxicidad y efectos sub letales sobre los organismos que habitan en estanques (Frías Espericueta y Páez Osuna 2001).

Cuadro 2. Parámetros de calidad de agua medidos durante cuatro periodos de muestreo.

| Parámetros | Promedio | Rango |
|--------------------------------|-----------------|--------------|
| Temperatura (°C) | 24.5 | 20 - 29 |
| Oxígeno Disuelto (mg/L) | 5.7 | 3.8 - 7.3 |
| Amonio (ppm) | 1.2 | 0.25 - 2 |

Ganancia de peso. Los alevines tenían un peso inicial de 28 gramos por muestra en cada tratamiento. Para los dos primeros periodos no se presentaron diferencias entre tratamientos, para el periodo tres y cuatro si se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. La dieta control y la dieta con 5% de inclusión fueron las que obtuvieron mayores ganancias de peso ($P \leq 0.05$) con respecto a los demás tratamientos al final de la evaluación (Cuadro 3).

Según Castillo Corella et al. (2002) en cuatro dietas con 10, 20 y 30% de inclusión de proteína vegetal y una dieta control, también mostraron diferencias significativas entre tratamientos siendo el tratamiento uno o control y el tratamiento dos los que obtuvieron mejores desempeños en ganancia de peso. Estos resultados coincidieron con los de esta evaluación ya que también presentaron mejores desempeños en la dieta control y la dieta con menor porcentaje de inclusión.

Cuadro 3. Comparación de ganancia de peso (g) entre tratamientos durante cuatro periodos de muestreo, como efecto de inclusión de Empyrean 75[®] en dietas de pre-engorde de tilapia y una dieta control.

| Tratamiento | Periodos de evaluación | | | |
|----------------------------|------------------------|-------|------------------|-------------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 |
| Dieta 5% inclusión | 1.6 | 2.4 | 6.3 ^a | 12.8 ^a |
| Dieta 10% inclusión | 1.6 | 2.3 | 6.3 ^a | 9.9 ^b |
| Dieta control | 2.1 | 2.6 | 8.9 ^b | 12.9 ^a |
| Probabilidad | 0.658 | 0.798 | 0.017 | 0.009 |

Coefficiente de variación = 25.87
 ab indican diferencia significativa

Tasa de crecimiento específico. Para los dos primeros periodos no se presentaron diferencias entre tratamientos, para los periodos tres y cuatro si se presentaron diferencias significativas. Los tratamientos con la dieta de 5% de inclusión y control presentaron mejores tasas de crecimiento específico al final de la evaluación ($P \leq 0.05$). Estos resultados están relacionados con la ganancia de peso ya que los tratamientos que obtuvieron mejores desempeños en ganancias de peso son los mismos que representan mayores tasas de crecimiento (Cuadro 5).

Comparando nuestros resultados con el estudio realizado por Llanes y Toledo (2011) basado en tres dietas con 50, 55 y 60% de inclusión de proteína vegetal pudimos observar que los mejores resultados en base a tasa de crecimiento se presentaron en las dietas con niveles de 50 y 55% de inclusión de proteína vegetal. Estos resultados coincidieron parcialmente con los nuestros debido a que igual que esta evaluación los mejores resultados se presentaron en las dietas con menor porcentaje de inclusión, y en que esta evaluación la dieta control presento mejor tasa de crecimiento.

Cuadro 4. Comparación de tasa crecimiento específico (%) de alevines entre tratamientos durante cuatro periodos de muestreo, como efecto de inclusión de Emprereal 75[®] en dietas de pre-engorde de tilapia y una dieta control.

| Tratamiento | Periodos de evaluación | | | |
|----------------------------|------------------------|-------|------------------|------------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 |
| Dieta 5% inclusión | 1.6 | 2.8 | 4.4 ^a | 6.1 ^a |
| Dieta 10% inclusión | 1.7 | 2.8 | 4.3 ^a | 5.8 ^b |
| Dieta control | 1.9 | 3.1 | 4.8 ^b | 6.3 ^a |
| Probabilidad | 0.880 | 0.137 | 0.047 | 0.029 |

Coeficiente de variación = 6.11
ab indican diferencia significativa

Índice de Conversión Alimenticia. Los índices de conversión alimenticia para cada tratamiento están por encima de la relación 1:1. En la evaluación se presentaron diferencias para todos los tratamientos en los cuatro periodos. La dieta con 5% de inclusión y la dieta control obtuvieron mejores índices de conversión ($P \leq 0.05$) con respecto a los demás tratamientos al final de la evaluación (Cuadro 4).

En el experimento realizado por Castillo Corella et al. (2002) basado en una dieta control y tres dietas de 10, 20 y 30% de inclusión de proteína vegetal para tilapia, si mostraron diferencias significativas siendo la dieta control y la dieta dos con 10% de inclusión las que presentaron mejor índice de conversión alimenticia con respecto a los demás tratamientos. Estos resultados coinciden con los de nuestra evaluación debido a que los mejores resultados se presentaron de igual manera en la dieta control y en la dieta con menor porcentaje de inclusión.

Cuadro 5. Comparación de conversión alimenticia de alevines entre tratamientos durante cuatro periodos de muestreo, como efecto de inclusión de Emypreal 75[®] en dietas de pre-engorde de tilapia y una dieta control.

| Tratamiento | Periodos de evaluación | | | |
|----------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 |
| Dieta 5% inclusión | 5.0 ^a | 6.7 ^a | 5.4 ^a | 4.8 ^{ab} |
| Dieta 10% inclusión | 4.6 ^{ab} | 6.0 ^{ab} | 4.4 ^{ab} | 5.8 ^a |
| Dieta control | 3.2 ^b | 4.7 ^b | 3.6 ^b | 3.8 ^b |
| Probabilidad | 0.041 | 0.023 | 0.036 | 0.023 |

Coefficiente de variación = 24.78
 ab indican diferencia significativa

Sobrevivencia. La sobrevivencia fue influenciada por los parámetros de calidad de agua que tuvo el cultivo durante la evaluación. Se colocaron 800 alevines por tratamiento al inicio de la evaluación. Durante la primera semana del primer periodo hubo una mortalidad del 44% del total de alevines que fueron sembrados. La alimentación se adecuo al número de alevines sobrevivientes por tanques para evitar problemas de sobre alimentación y sedimentación. El tratamiento uno tuvo una sobrevivencia del 65%, tratamiento dos 58%, y tratamiento tres 45% respectivamente con una sobrevivencia promedio total para los tres tratamientos de 56% de la población. La temperatura fue un factor crítico en la baja sobrevivencia de los alevines debido a que no se presentaron condiciones climáticas favorables en el mes de noviembre, diciembre siendo la temperatura del agua inferiores a 20 °C. A partir de la semana dos del primer periodo la población de alevines fue uniformizada dejando 260 alevines por tratamiento. A partir de la semana dos del primer periodo hasta el final del estudio en el cuarto periodo las condiciones se mantuvieron estables debido a que los 12 tanques fueron llevados a un invernadero con el fin de brindarles a los alevines una temperatura estable y favorable para su desarrollo.

4. CONCLUSIONES

- En la evaluación la dieta con 5% de inclusión de Empyreal 75[®] y dieta control presentaron los mejores desempeños en las variables medidas.
- La temperatura del agua tuvo efectos críticos en la baja sobrevivencia de los alevines al inicio de la evaluación.

5. RECOMENDACIONES

- Incluir Empyreal 75[®] en dietas de pre-engorde para alevines de tilapia hasta un 5% para no afectar los índices productivos del cultivo.
- Monitorear parámetros de calidad de agua con más frecuencia para evitar altos índices de mortalidad.
- Evaluar dietas de Empyreal 75[®] en otras especies de producción acuícola.

6. LITERATURA CITADA

- Acuña MJ. 2013. Peces de cultivo, composición, comparación con carnes de consumo habitual.: Ventajas del consumo de pescados. *Diaeta*. 31(143):26–30.
- Auburn University. 1990a. Alimentando a sus peces: Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. USA: International Center for Aquaculture. 14 p.
- Auburn University. 1990b. Introducción al cultivo de la Tilapia: Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. USA: International Center for Aquaculture and Environments. 12 p.
- Auburn University. 2003. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en el cultivo de camarón. USA: Department of Fisheries and Allied Aquacultures. 30 p.
- Bioalimentar. 2017. Productos agroindustriales. Ecuador: Balanceados Biomentos peces. <http://www.bioalimentar.com/index.php/2013-09-13-23-47-14/2013-08-29-06-10-58/biomentos-peces>.
- Cargill. 2008. Nuevo Emyreal 75: Una fuente de proteína naturalmente pura. USA: Cargill. 1 p.
- Castillo Corella E, Acosta Acosta Y, Betancourt Santos NN, Castellanos McCook EL, Matos Gomez AM, Cobos Tellez V, Jover Cerdá M. 2002. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja. *Acuatic* N° 16.
- Castillo Montes CA. 2003. Produccion de alevines de tilapia con semolina de arroz, gallinaza y concentrado [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana-Zamorano, Honduras. 22 p.
- Frías Espericueta MG, Páez Osuna F. 2001. Toxicidad de los Compuestos del Nitrógeno en camarones. México: Camaronicultura y Medio Ambiente. In: Paez-Osuna F, ed. Camaronicultura y medio ambiente. Universidad Nacional Autónoma de México. p. 253-276
- Llanes J, Toledo J. 2011. Desempeño productivo de la tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) con la inclusión de altos niveles de harina de soya en la dieta. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 45(2):183–186.

- Medina Flores GM. 2009. Comparación del pre-engorde de alevines de tilapia del Nilo e híbrido rojo de tilapia en tres ambientes en Zamorano, Honduras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 21 p.
- Nicovita. 1997. Amoníaco en estanques de producción camaronera. Nicovita. 2:1-5.
- Saavedra Martínez MA. 2006. Manejo del cultivo de tilapia. Managua, Nicaragua. USAID. 24 p.
- Tacon A. 2008. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación: Apoyo a las actividades regionales de acuicultura para América Latina y El Caribe. Italia: FAO. 483 p. p. 1-483.
- Toledo Pérez SJ, García Capote MC. 2000. Nutrición y alimentación de tilapia cultivada en América Latina y el Caribe. Cuba: FAO. 55 p. p. 1-55.
- Traverso J, Avdalov N. 2014. Beneficios del consumo de pescado. Uruguay: Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. 39 p.
- Universidad de los Llanos. 2012. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo. Orinoquia; [accessed 2017 Apr 13]. 16(1). <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v16n1/v16n1a07.pdf>.
- Wong Lama WG. 2003. Determinación del consumo de alimento por la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 20 p.