

# Determinación del tiempo del vaciado del estómago de la tilapia *Oreochromis* sp. mediante la utilización de diferentes frecuencias de alimentación semanal y ayuno

Determination of the stomach emptying time of tilapia *Oreochromis* sp. using different weekly feeding frequencies and starvation

José Ader Gómez-Peñaranda<sup>1,3\*</sup> y Laura Cristina Clavijo-Restrepo<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Zoot., Dr.; <sup>2</sup>Zoot., M.Sc.; <sup>3</sup>Grupo de investigación en Recursos Zoogenéticos, Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, A.A. 237, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. \*Autor para correspondencia: joagomezpe@unal.edu.co

Rec.: 02.12.11 Acept.: 13.09.12

## Resumen

En el estudio se midió el tiempo necesario para el vaciado total del estómago de tilapias (*Oreochromis* sp.) en el día de comienzo regular de alimentación posterior a un periodo de ayuno. Se recolectaron muestras de contenido estomacal en periodos de 2 horas después del suministro de alimento (9:30 y 15:30 h) hasta el primer indicio de vaciado. Se utilizaron tilapias con un promedio de peso vivo de 150 ± 10 g dispuestas en cuatro tratamientos: (1) T5 = alimentación a saciedad durante 5 días y ayuno de 2 días (T5), (2) T6 = alimentación a saciedad durante 6 días y ayuno de 1 día, (3) T7 = alimentación a saciedad durante 7 días, y (4) TC = alimentación restringida mediante tabla recomendada por el fabricante, 7 días a la semana. El análisis de datos se realizó mediante Anova de medidas repetidas, empleando como factores el tratamiento y el tiempo de vaciado, siendo cada repetición la unidad experimental. Las tilapias en el tratamiento T5 presentaron mayor cantidad de alimento en el estómago después del primer periodo de muestreo y en los muestreos posteriores al suministro de la primera y segunda ración. A diferencia del tratamiento T5, en los demás las tilapias vaciaron su contenido del estómago durante el periodo comprendido entre la primera y la segunda ración de alimentación y en el periodo posterior a la segunda ración. Por tanto, cuando el contenido estomacal fue mayor, debido a un mayor consumo de alimento en la ración, como en el caso del tratamiento T5, el tiempo necesario para vaciar el estómago de las tilapias se incrementó.

**Palabras clave:** Ayuno, evacuación, ingesta, ración, saciedad, tilapia.

## Abstract

The study measured the time necessary to complete emptying of the stomach of tilapia (*Oreochromis* sp.) starting on the day subsequent to regular feeding a fasting period. Samples were collected from stomach contents in periods of 2 hours after feeding (9:30 and 15:30 h) until the first sign of emptying. The tilapia weighing was 150±10 g; designing four treatments: (1) T5 = feed to satiation for 5 days and fasting for two days (T5), (2) T6 = feed to satiation for 6 days and fasting for one day, (3) T7 = feed to satiation for 7 days, and (4) TC= restricted feeding table recommended by the manufacturer, 7 days a week. Data analysis was performed using repeated measures ANOVA, using as factors the treatment and emptying time, with each repetition as the experimental unit. Unlike the T5 treatment, in other tilapia emptied its contents into the stomach from the time period between the first and the second ration of food and in the period after the second ration. Therefore, when the stomach content was higher

due to a higher feed intake in the diet, as in the case of treatment (T5), the time required to empty the stomach of tilapia increased.

**Key words:** Evacuation, ingest, ration, satiety, starvation, tilapia.

### Introducción

Los estudios sobre el tiempo y la tendencia de evacuación del contenido estomacal en peces son escasos, debido a la diferencia entre especies, alimentos y métodos de suministro. Knutsen (1998) define la evacuación gástrica como el vaciado de los productos desde el estómago al intestino a través del esfínter pilórico, y el ritmo o tasa a que ocurre como la celeridad medida en peso (g) o proporción (%) por unidad de tiempo (t). El ritmo de alimentación y el tiempo de evacuación gástrica pueden ser influenciados por la temperatura, el consumo, la calidad de la dieta, la actividad, el tamaño corporal, la capacidad del intestino, la saciedad y el ritmo metabólico (Persson, 1981; Hofer *et al.*, 1982; Holmgren *et al.*, 1983; Grove *et al.*, 1985; Riche *et al.*, 2004).

La tasa de evacuación gástrica generalmente declina en forma consistente y exponencial, aunque algunas veces puede ser lineal, a través del tiempo (Smith, 1989). Se considera que la cantidad de alimento ingerido voluntariamente en un intervalo es inverso al llenado del estómago, aunque esto no explica enteramente el fenómeno del apetito. Huebner y Langton (1982) y Lee *et al.* (2000) observaron que la aparición del apetito está estrechamente relacionado con la tasa de evacuación gástrica. La comparación directa de los resultados en estudios de digestión entre diferentes investigaciones no es posible, debido a las diferencias de especies, tipos de alimentos y métodos de evaluación empleados (Marais y Kissil, 1979). Se ha demostrado que la cantidad de alimento consumido por un pez depende de la llenura del estómago, por lo que los intervalos entre comidas son una función de la celeridad de vaciado de aquel (Grove y Crawford 1980; Holmgren *et al.*, 1983; Grove *et al.*, 1985). Por tanto, los intervalos entre suministro de las raciones de alimentación diarias están estrechamente relacionados con el tiempo de evacuación gástrica (Lee *et al.*, 2000). Jobling (1980) estudió el efecto de la fuente y el nivel diario de ener-

gía suministrado en la dieta sobre el vaciado gástrico de la platija (*Pleuronectes platessa*) y encontró que dietas que contenían una escasa cantidad de energía fueron evacuadas del estómago más rápidamente que aquellas con un contenido energético mayor. Gwyther y Grove (1980) demostraron que el tiempo de vaciado del estómago en la lenguadina (*Limanda limanda*) varió en forma directa y significativa con el tamaño de la ración. Paul *et al.* (1990), por otra parte, sugieren que el tamaño de la ración afecta significativamente la tasa de evacuación; y De Silva y Anderson (1995) encontraron que cuando el tamaño de la ración era mayor, el tiempo de vaciado requerido se incrementaba, aunque no de forma proporcional.

Los peces son poiquiloterms y por tanto la temperatura influye en la velocidad de paso del alimento a través del intestino. La influencia de la temperatura ha sido uno de los aspectos más estudiados en el ritmo de evacuación gástrica (De Silva y Anderson, 1995). Jobling (1980) y De Silva y Anderson (1995) observaron que este ritmo aumenta con la temperatura en la platija (*P. platessa*) y en la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*). De Silva y Weerakoon (1981) revelaron que el tiempo de evacuación de la carpa herbívora disminuye con el aumento de peso corporal vivo. Jobling (1980) encontró que la evacuación diaria de alimento de la platija aumenta en proporción al peso corporal vivo. Santos y Jobling (1991) hallaron que bacalaos (*Gadus morhua*) de distintos tamaños alimentados con una porción fija de concentrado en relación con el peso corporal, presentaban tiempos de evacuación constantes e independientes del tamaño corporal.

Existen diversos métodos para medir la evacuación gástrica en peces. Uno de los más frecuentes es el sacrificio de los animales a diferentes intervalos, con el fin de medir la cantidad de alimento contenido en la cavidad estomacal (De Silva y Anderson, 1995). La tasa de evacuación gástrica (GER) y el tiempo de vaciado del estómago (GET) pueden ser

utilizados para desarrollar estrategias adecuadas en un plan de alimentación de peces (Santos y Jobling, 1991). La estimación de la tasa de digestión y su relación con el GER permite predecir el grado de apetito de los peces y la eficiencia de la alimentación (Lee *et al.*, 2000); por tanto, el conocimiento del tiempo de vaciado del estómago de tilapias permite ajustar los intervalos entre suministros de raciones de alimento, lo que garantiza un consumo más eficiente.

El objetivo de este estudio fue determinar el tiempo de vaciado del estómago de tilapias *Oreochromis* sp. sometidas a cuatro frecuencias de alimentación semanal y ayuno.

### Materiales y métodos

Se utilizaron 120 tilapias con un promedio de peso vivo de  $150 \pm 10$  g, distribuidas en 12 tanques experimentales de 500 l de capacidad cada uno, para un total de 10 peces por replicación. El fotoperiodo (12/12) en el área experimental fue mantenido en forma artificial. Las condiciones del agua en los tanques fueron óptimas para el crecimiento ( $28^{\circ}\text{C}$ , 6 ppm de oxígeno disuelto y recambio total de agua cada 4 h). Este trabajo se realizó en el laboratorio experimental Mario González Aranda de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Los tratamientos (frecuencias de suministro de alimento) fueron distribuidos al azar y replicados tres veces. Estos consistían en: T5 = alimentación a saciedad durante 5 días/semana y ayuno los días restante (sábado y domingo); T6 = alimentación a saciedad durante 6 días/semana y ayuno el séptimo día (domingo); T7 = alimentación a saciedad durante 7 días/semana; TC = alimentación restringida durante todos los días con base en las recomendaciones del fabricante del concentrado. El periodo experimental fue de 45 días.

Como fuente del alimento se utilizó un concentrado comercial producido por la empresa Itacol S.A., que contenía 30% de proteína, 6% de grasa, 8% de fibra, 12% de ceniza, y 6% de humedad, el cual fue suministrado de forma manual en dos comidas o raciones a las 9:30 y 15:30 h. Las muestras fueron tomadas después del suministro de cada ración. Con el fin de estimar el tiempo

de vaciado del estómago, el día de inicio regular de alimentación posterior al ayuno se recogieron muestras de contenido estomacal, en periodos de 2 h después del suministro de cada ración hasta la aparición del primer indicio de vaciado total. Los peces fueron sacrificados y diseccionados para extirpar la cavidad estomacal, extraer el contenido y determinar su peso antes y después del vaciado. Los resultados fueron expresados como valores en porcentaje del peso vivo (%/pez) para la tasa de evacuación gástrica (GER) del alimento contenido en la cavidad estomacal a diferentes horas (Cuadro 1).

$$GER = \frac{\text{peso estómago lleno (g)} - \text{peso estómago vacío (g)}}{\text{peso del pez (g)}},$$

y en porcentaje de vaciado del estómago (GET) durante las horas de muestreo (Figura 1). El análisis de datos se hizo mediante Anova con medidas repetidas empleando como factores el tratamiento y el tiempo de vaciado, siendo cada repetición la unidad experimental. El programa estadístico utilizado fue el SAS® (Statistical Analysis System Institute, 2006).

### Resultados y discusión

La tasa de evacuación gástrica a diferentes horas aparece en el Cuadro 1. Las tilapias en el tratamiento T5 consumieron mayor cantidad de alimento en ambos tiempos de suministro diarios en comparación con los peces en los demás tratamientos, lo que incidió en un mayor contenido estomacal al inicio de la alimentación en las primeras. Los lotes de tilapias de los tratamientos T6, T7 y TC mostraron un comportamiento similar durante todas las mediciones, aunque se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) en la medición posterior al suministro de la primera ración diaria.

Las tasas de vaciado del contenido estomacal durante las horas siguientes a cada ración aparecen en la Figura 1. Después del suministro de la primera ración (9:30 a.m.), con excepción de los peces en el T5, que aún conservaban el 55% de su contenido estomacal, en los demás ocurrió el vaciado total del alimento antes del suministro de la ración de la tarde (15:30 p.m.). Este compor-

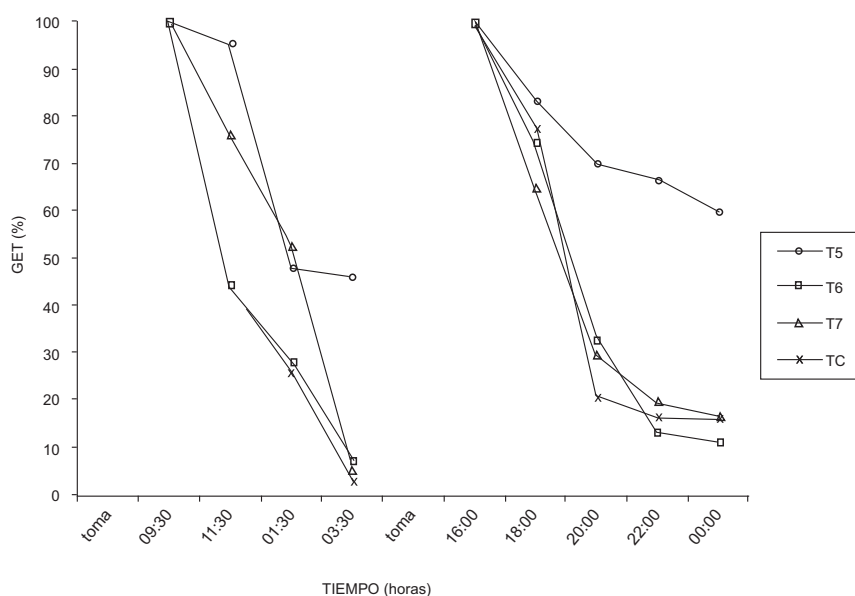
**Cuadro 1.** Tasa de evacuación gástrica (GER) pos-ayuno en tilapias (%/pez) sometidas a diferentes horas de suministro de la dieta.

| Hora                   | Tratamientos |         |        |      | ±ES  |
|------------------------|--------------|---------|--------|------|------|
|                        | T5           | T6      | T7     | TC   |      |
| Ración 1 (09:00 horas) |              |         |        |      |      |
| 09:30                  | 0.65         | 0.43 b  | 0.21 c | 0.28 | 0.05 |
| 11:30                  | 0.62         | 0.19 b  | 0.16 b | 0.15 | 0.79 |
| 13:30                  | 0.28         | 0.12 b  | 0.11 b | 0.07 | 0.05 |
| 15:30                  | 0.32         | 0.08 ab | 0.01 b | 0.02 | 0.01 |
| Ración 2 (15:30 horas) |              |         |        |      |      |
| 16:00                  | 0.60         | 0.55    | 0.51   | 0.49 | 0.16 |
| 18:00                  | 0.51         | 0.41    | 0.33   | 0.38 | 0.05 |
| 20:00                  | 0.42         | 0.18 b  | 0.15 b | 0.10 | 0.07 |
| 22:00                  | 0.40         | 0.07 b  | 0.10 b | 0.08 | 0.04 |
| 00:00                  | 0.36         | 0.06 b  | 0.05 b | 0.02 | 0.03 |

\* Letras diferentes, indican diferencias estadísticas entre las medias (P < 0.05). Covariable: peso pez.

tamiento mejoró el consumo de alimento por los peces en los grupos T6, T7 y TC. El vaciado del estómago posterior al consumo de la segunda ración ocurrió dentro de las siguientes 6 h, aunque en el tratamiento T5 el vaciado no alcanzó más del 40% de su contenido estomacal, en contraste con los demás tratamientos que fue entre 85% y 90% del contenido.

De acuerdo con los resultados de este estudio, en las tilapias, aparentemente, el tiempo de vaciado del estómago está condicionado por el tamaño de la ración suministrada, tal como lo muestra la respuesta hiperfágica en el primer día de alimentación posterior al ayuno. Las tilapias alimentadas durante cinco días consecutivos y dos días de ayuno mostraron mayor cantidad de alimento remanente en el estómago en la primera medición y fueron precisamente éstas las únicas que no terminaron de evacuar su contenido estomacal entre ambas raciones; similar comportamiento ocurrió en las horas posteriores al suministro de la segunda ración. Esto



**Figura 1.** Tiempo de vaciado del contenido estomacal (GET) de tilapias, en la alimentación post-ayuno. T5 = alimentación a saciedad durante 5 días y ayuno de 2 días; T6 = alimentación a saciedad durante 6 días y ayuno de 1 día; T7 = alimentación a saciedad durante 7 días; TC = alimentación restringida mediante tabla recomendada por el fabricante, 7 días a la semana.

indica que cuando la cantidad de contenido estomacal fue mayor, el tiempo necesario para vaciado se incrementó.

Los resultados de otros estudios sobre el efecto del tamaño de la ración en el tiempo del vaciado del estómago en peces son contrastantes. Riche *et al.* (2004) y Azaza *et al.* (2010) encontraron que en *O. niloticus* la evacuación



gástrica sigue una tendencia exponencial y la tasa de evacuación es proporcional al consumo de alimento, que aumenta si las partículas de éste son de menor tamaño. Gwyther y Grove (1980) hallaron que el tiempo de vaciado del estómago en el pez lenguadina varió significativamente con el tamaño de partículas de la ración. Paul *et al.* (1990) y De Silva y Anderson (1995), igualmente, hallaron que el tamaño de partícula de la ración puede afectar de manera inversa el tiempo de evacuación gástrica.

### Conclusiones

- En este trabajo se observó que cuando la cantidad de contenido estomacal en la tilapia *Oreochromis* sp. fue mayor, como resultado de un mayor consumo de alimento, el tiempo necesario para vaciado se incrementó, lo que sugiere que este último está condicionado por la cantidad de alimento consumido diariamente.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al personal del Laboratorio *Mario González Aranda*, de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, por su colaboración durante el desarrollo de la investigación.

### Referencias

- Azaza, M. S.; Dhraief, M. N.; Kraiem, M. M.; y Baras, E. 2010. Influences of food particle size on growth, size heterogeneity, food intake and gastric evacuation in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, 1758. *Aquaculture* 309:193 - 202.
- De Silva, S. S. y Weerakoon, D.E. 1981. Growth, feed intake and evacuation rate of grass carp *Ctenopharyngodon idella* fry. *Aquaculture* 226:67 - 76.
- De Silva, S. S. y Anderson, T. A. 1995. In: *Fish Nutrition in Aquaculture*. Chapman y May (ed.). Nueva York. pág.
- Grove, D. J.; Moctezuma, M. A.; Flett, H. R.; Foott, J. S.; Watson, T.; y Flowerdew, M. W. 1985. Gastric emptying and the return of appetite in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus*, fed on artificial diets. *J. Fish Biol.* 26:339 - 354.
- Grove, D. J. y Crawford, C. 1980. Correlation between digestion rate and feeding frequency in the stomachless teleosts, *Blennius pholis*. *J. Fish Biol.* 16:235 - 247.
- Gwyther, D. y Grove, D. 1980. Gastric emptying in *Limanda limanda* and the return of appetite. *J. Fish Biol.* 21:245 - 259.
- Hofer, R.; Forstner, H.; y Rettenwander, R. 1982. Duration of gut passage and its dependence on temperature and food consumption in roach, *Rutilus rutilus*: laboratory and field experiments. *J. Fish Biol.* 20:289 - 299.
- Holmgren, S.; Grove, D. J.; y Fletcher, D. J. 1983. Digestion and control of gastrointestinal motility. En: Rankin, J. C.; Pitcher, T. J.; y Dugan, R. T. (eds.). *Control Processes in Fish Physiology*. Wiley, Nueva York. p. 23 - 40.
- Huebner, J. D. y Langton, R. W. 1982. Rate of gastric evacuation for winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39:356 - 360.
- Jobling, M. 1980. Gastric evacuation in plaice, *Pleuronectes platessa* effect of dietary energy level and food consumption. *J. Fish Biol.* 17:187 - 196.
- Knutsen, I. 1998. Application of a superface-dependent digestion model for estimating the digestion handling time in juvenile coastal cod *Gadus morhua*. Master's thesis. Dept. of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen.
- Lee, S.; Hwang, U.; y Cho, S. H. 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture* 187:399 - 409.
- Marais, J. y Kissil, G. W. 1979. The influence of energy level on the feed intake, growth, food conversion and composition of *Sparus aurata*. *Aquaculture* 17:203 - 220.
- Paul, A. J.; Paul, J. M.; y Smith, R. L. 1990. Consumption, growth and evacuation in the Pacific cod *Gagus macrocephalus*. *J. Fish Biol.* 37:117 - 124.
- Persson, L. 1981. The effects of temperature and meal size on the rate of gastric evacuation in perch *Perca fluviatilis* fed on fish larvae. *Freshw. Biol.* 11:131 - 138.
- Riche, M.; Haley, D. I.; Oetkerl, M.; Garbrecht, S.; y Garling, D. L. 2004. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 234:657 - 673.
- Santos, J. y Jobling, M. 1991. Gastric emptying in cod, *Gadus morhua*: emptying and retention of indigestible solids. *J. Fish Biol.* 38:187 - 197.
- SAS® Institute Inc. 2006. *Statistical Analysis System*. Version 9.1. Cary, N.C.: SAS Institute Inc.
- Smith, L.S. 1989. Digestive functions in teleost fisher. En: J. E. Halver (ed.). *Fish Nutrition*. Academic Press, San Diego, CA. p. 331 - 421.