

# Estudio de parámetros físicos de estabilidad en dietas experimentales para juveniles de tenca (*Tinca tinca* L.) elaboradas mediante extrusión: efecto de diferentes rampas de temperatura.



de Juan Mateos, S., Carral Llamazares, J.M., Sáez-Royuela Gonzalo, M. y Maraña Díez, L.  
Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León.



[sjuam@unileon.es](mailto:sjuam@unileon.es)

## INTRODUCCIÓN

La alimentación es un pilar básico para el desarrollo de una acuicultura sostenible. En este sentido, los piensos deben permitir un crecimiento eficiente y, al mismo tiempo, presentar una alta estabilidad, evitando la contaminación del agua. Por ello, la elaboración de piensos, con fines de investigación o comerciales, que presenten características físicas adecuadas resulta especialmente importante. En el marco del proyecto AGL2015-64202-R "Cría de la tenca (*Tinca tinca* L.) durante las etapas larvaria-postlarvaria y juvenil en condiciones controladas: dietas compuestas y alternativas para una acuicultura sostenible", se evaluaron las características físicas (expansión del gránulo, densidad, flotabilidad, absorción de agua, estabilidad en agua estática y en agitación horizontal) en piensos elaborados mediante extrusión con cinco rampas de temperatura diferentes (rango entre 80° C y 130 °C).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Tabla 1. Composición de la dieta.

Ingredientes	g/kg
Harina de pescado	695
Harina de maíz	216
Carboximetil-celulosa	30
Aceite de hígado de bacalao	20
Ácido ascórbico	5
Fosfato bicálcico	10
Cloruro de colina	3
Lecitina de soja	10
Cloruro de sodio	1
Premix Vit-Mineral	10

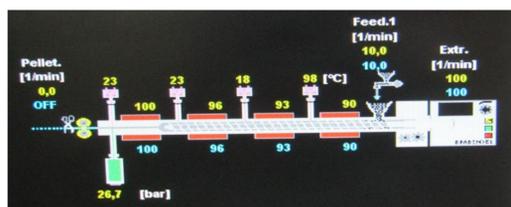


Tabla 2. Rampas de temperaturas

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
Rampa 1	80° C	83° C	86° C	90° C
Rampa 2	90° C	93° C	96° C	100° C
Rampa 3	100° C	103° C	106° C	110° C
Rampa 4	110° C	113° C	116° C	120° C
Rampa 5	120° C	123° C	126° C	130° C



## Medidas realizadas

- Diámetro del gránulo
- Densidad aparente
- Flotabilidad del gránulo
- Valor absoluto de absorción de agua
- Estabilidad en agua estática y con agitación horizontal



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El volumen del gránulo es considerado según Aarseth *et al.* (2006) el mejor indicador del grado de cocción. En nuestro estudio, el aumento de temperatura de extrusión determinó un incremento del diámetro y una disminución de la densidad del pellet. La expansión o incremento del diámetro del gránulo puede afectar negativamente a su ingesta, ya que su tamaño debe ser proporcional al de la boca de los animales, de manera especial en especies como la tenca, que ingieren los gránulos enteros (Lammens y Hoogenboezem, 1991). Considerando este aspecto, podría ser conveniente reducir el diámetro de la boquilla de salida de la máquina extrusora a fin de ajustar el tamaño del gránulo una vez administrado en el agua.

Tabla 3. Diámetro del gránulo, densidad aparente, y flotabilidad del gránulo

	Diámetro del gránulo (mm)	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Flotabilidad del gránulo (segundos y milésimas)
Rampa 1	1,394 ± 0,008 <sup>a</sup>	6,784 ± 0,013 <sup>a</sup>	6,568 ± 0,212 <sup>a</sup>
Rampa 2	1,431 ± 0,008 <sup>a</sup>	7,022 ± 0,030 <sup>a</sup>	5,027 ± 0,099 <sup>a</sup>
Rampa 3	1,520 ± 0,011 <sup>b</sup>	6,529 ± 0,067 <sup>ab</sup>	7,636 ± 0,320 <sup>ab</sup>
Rampa 4	1,628 ± 0,115 <sup>c</sup>	5,984 ± 0,085 <sup>b</sup>	12,232 ± 0,740 <sup>c</sup>
Rampa 5	1,543 ± 0,103 <sup>b</sup>	5,959 ± 0,050 <sup>b</sup>	13,191 ± 1,067 <sup>c</sup>

En el presente estudio, se constató que el tiempo de hundimiento del gránulo aumentó significativamente en los piensos obtenidos con las temperaturas más elevadas, coincidiendo con densidades aparentes por debajo de 6 g/cm<sup>3</sup>, valor que, según Rokey y Plattner (2006), está asociado a piensos de hundimiento lento. Según Sørensen (2012) y Hoyos *et al.* (2017), la absorción de agua está relacionada con la porosidad que, a su vez, aumenta con la capacidad de expansión del gránulo. Otro parámetro fuertemente relacionado con la porosidad y, por tanto, con la absorción de agua es la flotabilidad (Sørensen 2012, Hoyos *et al.* 2017). En concordancia con los mencionados autores, el aumento de la temperatura de extrusión determinó un incremento tanto de la expansión de los gránulos como de la flotabilidad, determinando una absorción de agua significativamente superior en las rampas 4 y 5.

La estabilidad del pienso en el agua es especialmente importante para conseguir un máximo aprovechamiento de los nutrientes y reducir los impactos medioambientales en el medio acuático. Los resultados de estabilidad en agua estática del presente estudio mostraron que, tras 180 minutos, el pienso elaborado con la rampa de temperatura 2 fue significativamente más estable que el resto. Por el contrario, la estabilidad del pienso en agua con agitación horizontal mejoró cuando la temperatura fue mayor, sin diferencias significativas tras 180 minutos entre las rampas 2, 3, 4 y 5. Según Zhang *et al.* (2012) y Hoyos *et al.* (2017), esto puede deberse a que el grado de compactación del gránulo aumenta con el incremento de temperatura en el proceso de extrusión, disminuyendo la cantidad de lixiviados cuando la muestra está en continuo movimiento y fricción.

Tabla 4. Estabilidad del gránulo en agua estática (gramos de pérdida de peso). Peso inicial: 0,2 g.

	15 minutos	60 minutos	180 minutos
Rampa 1	0,015 ± 0,005 <sup>a</sup>	0,022 ± 0,004 <sup>a</sup>	0,054 ± 0,003 <sup>a</sup>
Rampa 2	0,008 ± 0,003 <sup>a</sup>	0,036 ± 0,008 <sup>ab</sup>	0,037 ± 0,004 <sup>b</sup>
Rampa 3	0,014 ± 0,008 <sup>a</sup>	0,048 ± 0,002 <sup>b</sup>	0,053 ± 0,001 <sup>a</sup>
Rampa 4	0,011 ± 0,003 <sup>a</sup>	0,050 ± 0,002 <sup>b</sup>	0,056 ± 0,002 <sup>a</sup>
Rampa 5	0,019 ± 0,004 <sup>a</sup>	0,046 ± 0,001 <sup>b</sup>	0,056 ± 0,002 <sup>a</sup>

Tabla 5. Estabilidad del gránulo en agitación horizontal (gramos de pérdida de peso). Peso inicial: 0,2 g.

	15 minutos	60 minutos	180 minutos
Rampa 1	0,059 ± 0,001 <sup>a</sup>	0,052 ± 0,003 <sup>a</sup>	0,084 ± 0,010 <sup>a</sup>
Rampa 2	0,039 ± 0,003 <sup>a</sup>	0,034 ± 0,002 <sup>b</sup>	0,062 ± 0,004 <sup>ab</sup>
Rampa 3	0,022 ± 0,007 <sup>ab</sup>	0,026 ± 0,001 <sup>b</sup>	0,057 ± 0,003 <sup>b</sup>
Rampa 4	0,007 ± 0,005 <sup>b</sup>	0,019 ± 0,006 <sup>bc</sup>	0,055 ± 0,001 <sup>b</sup>
Rampa 5	0,012 ± 0,001 <sup>b</sup>	0,018 ± 0,001 <sup>bc</sup>	0,052 ± 0,002 <sup>b</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

- Aarseth, K., Pérez, V., Bøe, J. y Jeksrud, W. 2006. "Reliable pneumatic conveying of fish feed", *Aquacultural Engineering*, 35(1), 14-25.
- Hoyos, J., Villada, H., Fernández, A. y Ortega-Toro, R. 2017. "Parámetros de calidad y metodologías para determinar las propiedades físicas de alimentos extruidos para peces", *Información tecnológica*, 28 (5), 101-114.
- Lammens, E.H.R.R. y Hoogenboezem, W. 1991. "Diets and feeding behavior". *Cyprinid fishes* (pp. 353-376). Springer, Dordrecht. 353-376.
- Rokey, G.J. y Plattner, B.S. 2006. "Density control and process optimization for extruded aquatic feeds". *Feed Technology Update*, 6, 5-10.
- Sørensen, M. 2012. "A review of the effects of ingredient composition and processing conditions on the physical qualities of extruded high-energy fish feed as measured by prevailing methods", *Aquaculture Nutrition*, 18(3), 233-248.
- Zhang, Y., Øverland, M., Shearer, K.D., Sørensen, M., Mydland, L.T. y Storebakker, T. 2012. "Optimizing plant protein combinations in fish meal free diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by a mixture model", *Aquaculture*, 360-361, 25-36.