

Tecnología de fabricación de piensos. I: acuicultura

M. Jover Cerdá. E. Blas Ferrer. Dpto. Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.



Figura 1. Angulas comiendo pasto húmedo en comedero

La alimentación intensiva de peces y crustáceos con piensos compuestos presenta algunas características diferenciales respecto a la alimentación de los animales de granja tradicionales. Además de un contenido proteico (35-55%) y graso (10-20%) muy elevados, y que van a afectar al proceso de granulación, el propio gránulo debe tener unas características, como flotabilidad y estabilidad en agua, que no se consideran en los piensos para las especies domésticas habituales. Además de estas características el tamaño y la dureza deben variar en muchos casos, pues cada especie tiene unos hábitos alimentarios peculiares.

El langostino, y los crustáceos en general, se alimentan en el fondo de los estanques, por lo que el pienso ha de ser demerso, y suficientemente duro para no disgregarse durante su aprehensión. Los peces se alimentan de forma muy distinta, así el rodaballo

y el lenguado únicamente ingieren el pienso cuando está hundiéndose y nunca lo toman de la superficie o el fondo; en cambio, la anguila es capaz de comer en el fondo de los estanques, entre dos aguas y en la superficie, y aunque se adapta muy bien a las pastas húmedas gracias a su eficaz succión del alimento, consume perfectamente pienso granulado; la dorada puede ingerir alimentos muy duros merced a su fuertes dientes trituradores.

En cualquier caso, tanto peces como crustáceos toman el alimento en el agua, por lo que resulta evidente que los piensos deben ser estables durante el tiempo necesario para ser ingeridos, pues de lo contrario la porción disgregada será desaprovechada a la vez que contribuirá a la contaminación del agua de cultivo.

Proceso de fabricación

En los inicios de la acuicultura se utilizaron para la alimentación de peces y crustáceos productos naturales húmedos, tales como pescados de poco valor, vísceras y restos de mataderos y pesquerías. La preparación de estos alimentos únicamente requería cuchillos, amasadoras picadoras de carne, así como equipos de esterilización y congelación para su conservación posterior.

Los piensos semihúmedos representaron un avance en la técnica de la alimentación acuícola. El ejemplo más representativo fue el "granulado semihúmedo de Oregón" (Hastings 1968), elaborado a base de un 40% de ingredientes húmedos y un 60% de pienso seco, extruidos en forma de "fideos", ensacados y congelados hasta su utilización.

En la actualidad, el suministro de pienso seco está totalmente generalizado debido a su facilidad de adquisición, transporte, almacenamiento y distribución, así como a los buenos resultados obtenidos en crecimiento e índice de conversión. Los piensos húmedos únicamente se siguen empleando para adaptar a peces provenientes del medio natural a la alimentación en cautividad, y también en especies de cultivo muy reciente que no parecen adaptarse al pienso seco.

El proceso de fabricación de piensos compuestos secos para organismos acuáticos comprende las mismas operaciones que para el resto de especies animales: molienda, mezclado, granulación, enfriamiento-secado y migajado. La cohesión del gránulo es fundamental para que tenga una buena estabilidad en agua. El troceado de los gránulos para obtener migas de menor tamaño también es de la mayor importancia, pues los alevines de los peces sólo pueden ingerir partículas muy pequeñas (0.5 mm), que son más económicas de obtener por disgregación de otras mayores que de forma directa.

La aglomeración de los piensos para peces y crustáceos puede realizarse mediante diversos métodos: granulación, cocción-extrusión, laminación, granulación no compactada y otros.

La granulación es el procedimiento más empleado actualmente por ser sencillo y relativamente económico, no obstante presenta dos inconvenientes importantes: limitación en la adición de lípidos a la mezcla y rápido hundimiento de los gránulos en el agua.

Una pequeña cantidad de grasa es conveniente para la granulación, pues lubrica la mezcla y reduce la fricción del proceso, aunque si el total de lípidos excede el 8-10% la calidad de los

gránulos es mala (Hastings y Higgs 1978). Algunos piensos acuícolas deben tener mayores niveles grasos, 12-16% e incluso más, por lo que se hace necesaria la incorporación de una parte importante de los mismos después de la granulación mediante pulverización de grasa líquida, así como la adición de agentes aglomerantes que favorezcan la compactación del gránulo. Un incremento de la profundidad de los orificios de la matriz respecto a su diámetro permite igualmente mejorar la granulación de piensos con altos contenidos grasos.

Los gránulos obtenidos mediante este sistema tienen una elevada densidad por lo que se hunden rápidamente en el agua. Este hecho plantea problemas de ingestión a especies que únicamente atrapan el pienso cuando permanece entre dos aguas hundiéndose lentamente, pues cuando los gránulos caen al fondo del tanque ya no son ingeridos.

Utilizando el procedimiento de cocción-extrusión se obtienen gránulos "flotantes", los cuales se rehidratan y hunden lentamente. Regulando la temperatura y presión del proceso se controla la densidad de los gránulos, y por tanto es posible obtener las flotabilidades precisas para cada especie.

Los peces y crustáceos digieren mal el almidón y por ello su inclusión en los piensos está limitada. En este sentido la cocción-extrusión es particularmente interesante, pues durante el proceso se produce una casi completa gelatinización del almidón que aumenta considerablemente su digestibilidad; ello permite su inclusión en los piensos en mayores cantidades sustituyendo a parte de la proteína y/o los lípidos.

La cocción-extrusión también mejora la calidad de los gránulos, pues en la gelatinización del almidón se forma

un entramado molecular que engloba al resto de los ingredientes consiguiéndose una gran estabilidad en agua, de hasta 24 horas, sin necesidad de agentes aglomerantes (Martínez Millán 1987). Este hecho permite a su vez la inclusión en el pienso de mayores niveles de lípidos, que pueden incluso superar el 20%.

Existen otros procesos de aglomeración de piensos de interés en acuicultura. La "laminación" o "producción de escamas" consiste en hacer pasar una mezcla humidificada entre dos rodillos calientes, lisos y próximos, obteniéndose una lámina que una vez seca, se corta en fragmentos llamados escamas. Presenta dos ventajas, la amplia gelatinización del almidón y la buena flotabilidad, pero debido al elevado coste del proceso, sólo se emplea en alimentación de peces de acuario (Weber y Huggenin 1978).

La "granulación no compactada" consiste en proyectar una llovizna de agua pulverizada sobre la mezcla seca en una superficie oscilante, obteniéndose unas partículas esféricas, que aunque blandas, soportan el manejo y flotan en el agua hundiéndose lentamente (Hastings y Higgs 1978).

Los alevines y juveniles de peces y crustáceos ingieren con mayor facilidad y eficacia aquellas partículas de pienso cuyo tamaño es adecuado a su abertura bucal. Así el tamaño óptimo de partícula para anguilas (Knights 1983) es del 40-60% de la anchura de la boca, aunque pueden adaptarse a un intervalo más amplio (Tabla I). Las partículas de pequeño tamaño no se obtienen normalmente por granulación, pues para ello se requiere mucha energía y mayores gastos de mantenimiento; resulta más rentable romper gránulos de mayor tamaño mediante migajado o utilizar el procedimiento de granulación no compactada, que

Tabla 1. INTERVALOS OPTIMOS DE TAMAÑO DE PARTICULA PARA UNA EFICAZ INGESTION EN ANGUILAS DE DIFERENTES PESOS (KNIGHTS 1983)

Peso del pez (gr)	Tipo de gránulo	Tamaño óptimo (mm)
0.2	no compactado	0.43 - 0.50
1 - 2	no compactado	1.01 - 1.18
3 - 4	no compactado	1.42 - 2.00
	comprimido	2.0
8 - 10	no compactado	2.0 - 2.8
	comprimido	2.0
49 - 64	comprimido	2.6

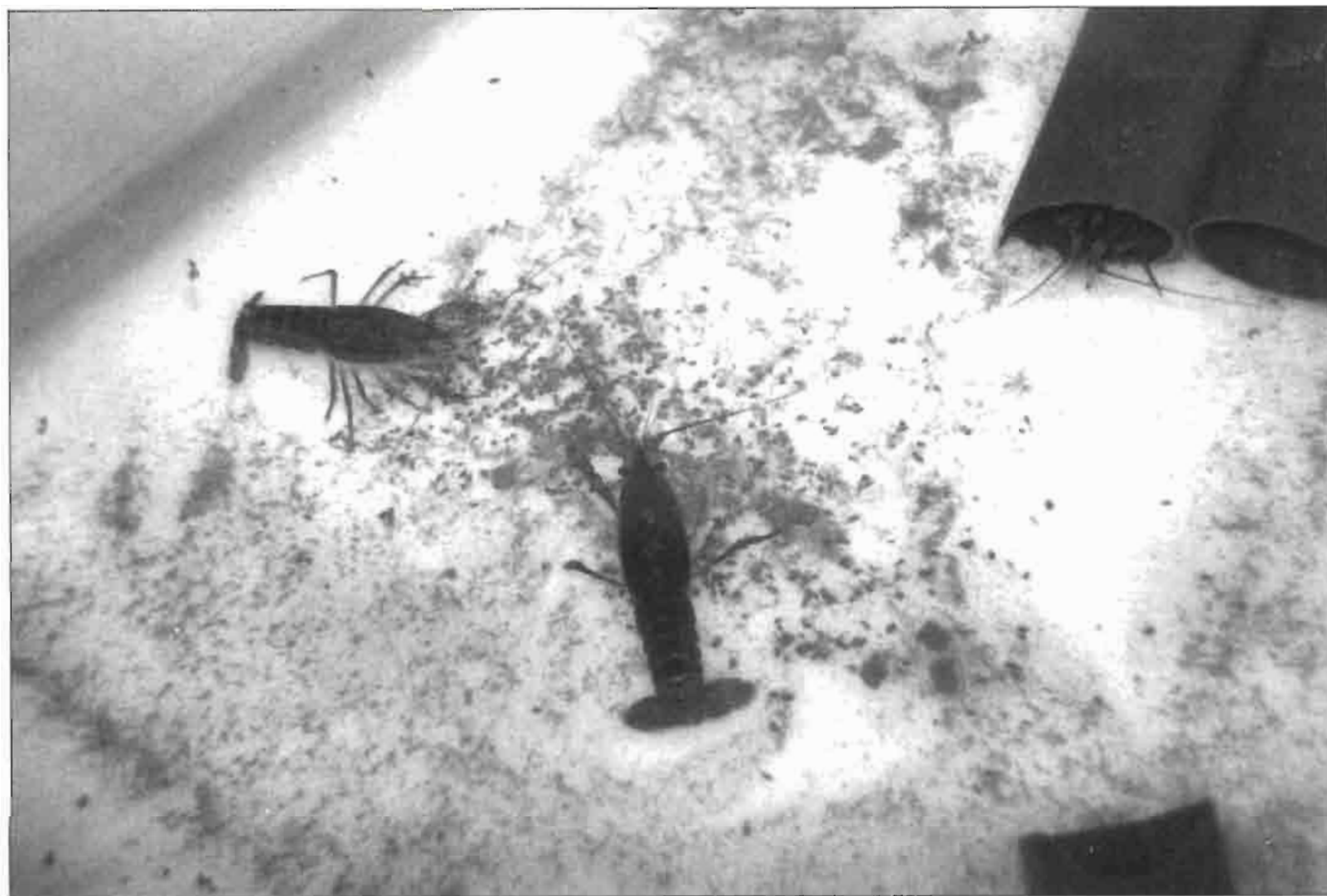


Figura 2. Cangrejos comiendo gránulos de pienso en el fondo del tanque

permite obtener directamente partículas esféricas de tan sólo 0.30 mm de diámetro (Knights 1983).

Las larvas de organismos marinos, tras su eclosión tienen un tamaño muy pequeño, 2-3 mm, por lo que únicamente pueden alimentarse con fitoplancton (10-20 μ ϕ) y zoo plancton (100-400 μ ϕ). La técnica de microencapsulación permite obtener partículas de 15-25 μ de ϕ , que han dado buenos resultados en ostra y langostino (Jones y al. 1983).

Dureza y estabilidad del pienso

En los piensos de las especies ganaderas tradicionales la calidad de los gránulos se mide por su "durabilidad" —material disgregado durante su manipulación— y por su "dureza" —fuerza empleada para romperlos—. No obstante, estos parámetros no están necesariamente correlacionados con su estabilidad en el agua, propiedad de mayor interés para la alimentación en el medio acuático. La estabilidad de

Tabla II. DUREZA Y ESTABILIDAD EN AGUA DE GRANULOS OBTENIDOS CON DIFERENTES PROCESOS (HASTINGS Y HIGGS 1978).

Proceso aplicado	Estabilidad (%)	Fuerza de rotura (kg)
Sin molido, sin vapor y con matriz delgada	21.5	0
Sin molido, sin vapor y con matriz gruesa	24.3	0
Sin molido, con vapor y con matriz delgada	31.3	1
Sin molido, con vapor y con matriz gruesa	73.9	3
Con molido, sin vapor y con matriz delgada	65.8	3
Con molido, sin vapor y con matriz gruesa	74.5	4
Con molido, con vapor y con matriz delgada	84.9	8
Con molido, con vapor y con matriz gruesa	88.0	13
Molido más 20% de almidón gelatinizado y 8% de agua sin vapor	98.9	20

Tabla III. ESTABILIDAD Y DUREZA DE PIENSOS CON 12% DE GRASA Y DISTINTA PROPORCION PROTEINA/ALMIDON, GRANULADOS SIN VAPOR (JOVER Y FERNANDEZ)

Pienso (% prot/carb)	50/13	45/19	40/24	35/30
Estabilidad (%) (1)	45.8 ^a	43.6 ^a	31.8 ^b	28.0 ^c
Dureza (Nw) (2)	16.7 ^a	11.7 ^b	7.2 ^c	6.2 ^c

(1) Porcentaje de pienso no disgregado tras 30 minutos de inmersión en agua agitada por aireación.

(2) Fuerza en Newtons aplicada en el punto de rotura mediante una prensa INSTRON.

(*) Los índices con letras distintas presentan diferencias significativas al 95%.

un aglomerado se expresa como el porcentaje de finos que se han perdido y que atraviesan un tamiz de abertura determinada, en condiciones establecidas de agitación de agua, temperatura y tiempo (Hepher 1969, Hastings y Higgs 1978).

Las características del proceso de granulación influyen notablemente en la estabilidad del gránulo, el molido fino, empleo de vapor y matrices con orificios largos la mejoran (Tabla II).

La composición del pienso también tiene gran influencia, los gránulos ricos en almidón son más estables debido a que el proceso de gelatinización mejora su compactación, mientras que los piensos con cantidades elevadas de grasa tienen menor estabilidad, como consecuencia de originar mezclas blandas muy lubricadas que se granulan sin ser comprimidas suficientemente.

Así, en ensayos (Jover y Fernández 1987) realizados con piensos de diferente contenido en almidón y granulados sin aporte de vapor, la estabilidad y dureza eran mayores cuando los niveles de almidón disminuían (Tabla III). La razón de que esto suceda no parece evidente, pero apoya la necesidad de investigación de las relaciones entre los parámetros de fabricación del gránulo.

El empleo de agentes aglomerantes —bentonita, alginatos, celulosas— puede contribuir de forma favorable a la aglomeración de los piensos. Así, en pruebas de laboratorio con piensos de diferente contenido en alginato sódico, se han obtenido estabilidades en agua significativamente mayores para un nivel de aglomerante del 5% frente a 1% y 2.5% (Jover y Fernández 1989).

BIBLIOGRAFIA

HASTINGS, W. M. 1968. "General Report of the working party on recent developments in fish food technology" en *Acuicultura Marina Animal* 1983. Ed. Mundi-Prensa.

HASTINGS, W. H. Y D. HIGGS 1978. "Feed Milling Processes" en *Fish Feed Technology*, 293-313. FAO, Roma. 1980.

HEPHER, B. 1968. "Modification of Hasting's Method for Determination of Water Stability of Fish-Feed Pellets" en *Alimentación en Acuicultura*. CAICYT. Madrid, 1987.

JONES, D. A. ET AL. 1976. "Studies on the design and acceptability of micro-encapsulated diets for marine particle feeders" en *Acuicultura Marina Animal*, 1983, Ed. Mundi-Prensa.

JOVER, M. Y J. FERNÁNDEZ 1989. Datos sin publicar.

KNIGHTS, B. 1983. "Food particle-size preferences and feeding behavior in warmwater Aquaculture of European Eels *Anguilla anguilla* (L). *Aquaculture* n.º 30 173-190.

MARTÍNEZ MILLÁN, L. VIAN, A. Y CANAS, I. 1987. "Tecnología de fabricación de piensos para la acuicultura" en *Alimentación en Acuicultura*, 131-165. CAICYT, Madrid, 1987, Ed. Espinosa de los Monteros y Labarda.

WEBER, W. Y HUGGENIN H. 1978. "Fish Feeding Technologies" en *Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Feedfish Technology*, Hamburgo, Junio 1978. Vol. I, 297-316.