
ANEXO**CARACTERÍSTICAS DE LOS PIENSOS EXPERIMENTALES**

| | |
|--|-----|
| 1. Formulación, fabricación y características de los piensos experimentales..... | 229 |
| 1.1. Formulación y fabricación..... | 229 |
| 1.2. Métodos analíticos..... | 230 |
| 1.2.1. Métodos químicos..... | 230 |
| 1.2.2. Métodos físicos..... | 230 |
| 1.3. Características de las materias primas..... | 233 |
| 1.4. Características de los piensos..... | 234 |
| 1.4.1. Características físicas de los piensos..... | 234 |
| 1.4.2. Piensos de la experiencia 1..... | 240 |
| 1.4.3. Piensos de la experiencia 2..... | 240 |
| 1.4.4. Piensos de la experiencia 3..... | 241 |
| 1.4.5. Piensos de la experiencia 4..... | 242 |

1. Formulación, fabricación y características de los piensos experimentales

1.1. Formulación y fabricación

Los piensos experimentales se formulan en la ESAB utilizando la hoja de cálculo informatizada EXCEL. La composición de las materias primas que se utiliza para ello es la resultante de las analíticas realizadas en el laboratorio. Cuando no se dispone de la composición de alguna de las materias primas se utilizan las composiciones medias aportadas por el N.R.C. (1993) de donde también se toman los datos sobre la composición media en aminoácidos de todos los alimentos.

En todos los casos, con una excepción, la mezcla de los ingredientes se realiza en la propia ESAB o en la Escuela de Agrónomos de la Universidad de Valencia, según el caso. La mezcla obtenida es granulada por extrusión en la planta piloto de fabricación de piensos de la Escuela de Agrónomos de Valencia, con la excepción de los piensos que incorporan enzimas que se granulan en las propias instalaciones experimentales.

La excepción la constituye el pienso utilizado en el período final de la última experiencia (n.4) cuya mezcla se realiza en una fábrica de piensos comercial y su granulación se lleva a cabo en las propias instalaciones experimentales. El objetivo de este cambio de procedimiento es la incorporación de los enzimas en el interior de la mezcla y no en el exterior (mezclados con el *coating* de aceite) tal como se hace en la primera parte de la misma experiencia. La granulación de esta mezcla se realiza en húmedo, de acuerdo con el procedimiento descrito por CADENA-ROA (1983) para granulación de piensos experimentales a pequeña escala. Los enzimas se disuelven en agua, mezcla que se incorpora a la mezcla base existente. Los gránulos húmedos que se obtienen mediante una picadora de carne doméstica, se someten posteriormente a un proceso de secado que nunca supera los 40°C de temperatura. En este caso se aplica igualmente el *coating* externo de aceite para igualar las características con el resto de piensos consumidos por los peces en períodos precedentes.

Debido a las diferencias en el método de fabricación respecto al pienso comercial (*control externo*) y con el fin de igualar las características de los piensos antes de su utilización, se ajusta la humedad de los mismos

hasta un 6,5% aproximadamente (porcentaje de humedad del pienso control) mediante desecación en estufa a 60°C.

1.2. Métodos analíticos

1.2.1. Métodos químicos

Los métodos analíticos empleados para conocer la composición tanto de los ingredientes como de los piensos son los métodos oficiales descritos para el análisis de alimentos. A continuación se describen muy brevemente adjuntando la referencia del Diario Oficial de las Comunidades Europeas (D.O.C.E.):

Proteína bruta: se determina por el método Kjeldahl, utilizando una unidad de destilación de nitrógeno por arrastre de vapor *Kjeltec*[®] semiautomático. Para la transformación del nitrógeno en proteína bruta se utiliza el factor 6,25. (D.O.C.E. 1980: 03/Vol. 06. Pág. 11-13)

Grasa bruta: se determina mediante extracción con éter de petróleo (temperatura de evaporación 40-60°C) en un bloque extractor *Soxthec*[®]. (D.O.C.E. 1971:03/Vol. 05 Pág. 127-128; D.O.C.E. 1984: 03/Vol. 29 Pág. 234-235)

Humedad: mediante desecación en estufa de desecación a 105±1°C hasta peso constante (D.O.C.E. 1971: 03/Vol. 05 Pág. 118-121)

Cenizas: mediante calcinación en un horno mufla a 550±2°C hasta peso constante (D.O.C.E. 1971: 03/Vol. 05 Pág.10)

Fibra bruta: se determina por el método Weende utilizando una unidad de extracción en caliente *Nitrofiber*[®].

Hidratos de carbono (Materias Extractivas Libres de Nitrógeno, M.E.L.N.): se determinan por diferencia hasta 100%.

Energía bruta: se utilizan los siguientes factores energéticos (MIGLAVS & JOBLING, 1989):

Proteína 23,6 KJ g⁻¹ Grasa 38,9 KJ g⁻¹ Carbohidratos 16,7 KJ g⁻¹

1.2.2. Métodos físicos

Uno de los elementos importantes en la aceptación de un pienso es su textura. La textura final de un pienso dependerá básicamente de su composición y las condiciones de fabricación (tecnología, presión,

temperatura, ...) y afectará no sólo a su palatabilidad sino a su estabilidad y dinámica en el agua.

Conociendo las especiales características de conducta del lenguado, en el presente trabajo se necesitarán piensos con una estabilidad en el agua elevada y con escasa flotabilidad, ya que la ingesta se realizará, prioritariamente, en el fondo del tanque.

Para ello se parte de partículas de 2,5 mm, tal como se obtienen en el proceso de fabricación utilizando una matriz de este diámetro. Se forman dos lotes, uno de ellos se recubre con aceite (10%) y el otro no. Ambos grupos, por separado, se trituran con una picadora de alimentos y se tamizan utilizando tamices de 2 y 1 mm de luz, obteniendo tres clases de tamaño:

- (1) partículas superiores a 2 mm pero que, a diferencia de las partículas procedentes de fabricación, son más homogéneas y quizás también más frágiles por haber pasado por un proceso de trituración
- (2) partículas de entre 1 y 2 mm, incluyendo en este grupo el pienso comercial que coincide con este rango de tamaño
- (3) partículas inferiores a 1 mm, que se descartan por ser excesivamente pulverulentas

El conjunto de piensos que se evalúa se expresa en la Tabla A.I.

Tabla A.I. *Piensos utilizados para las pruebas físicas de estabilidad y dinámica en el agua, siendo O la fórmula base, A fórmula base + 1,5% de aroma en el interior, B fórmula base + 3% betaína en el interior y C pienso comercial el cual ya incorpora un coating graso realizado en el proceso de fabricación comercial.*

| | 2,5 mm | | > 2 mm | | 1-2 mm | |
|---|-------------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|
| O | +10% aceite | Sin recubrimiento | +10% aceite | Sin recubrimiento | +10% aceite | Sin recubrimiento |
| A | +10% aceite | Sin recubrimiento | +10% aceite | Sin recubrimiento | +10% aceite | Sin recubrimiento |
| B | +10% aceite | Sin recubrimiento | +10% aceite | Sin recubrimiento | +10% aceite | Sin recubrimiento |
| C | Sin recubrimiento | | | | | |

La evaluación de las características físicas se realiza sobre los primeros piensos experimentales obtenidos. Puesto que la incorporación de aroma y betaína se mantienen constantes a lo largo de las diferentes experiencias y la composición del resto de materias primas se mantiene aproximadamente igual, así como los procesos de fabricación, los resultados se consideran extrapolables al resto de piensos.

Las pruebas de estabilidad y dinámica de caída se realizan en un acuario con agua de mar. Se establecen tres parámetros que permitan cuantificar las diferencias entre los piensos. Para definirlos se utilizan los conocimientos disponibles sobre la conducta del lenguado cuando va a realizar la ingesta.

Para el primero de ellos, el *tiempo de rotura*, se cronometra el tiempo que tarda en romperse en fragmentos más o menos grandes, una partícula en inmersión en agua de mar. Para intentar reproducir la conducta del lenguado, que coloca su cuerpo encima de la partícula de alimento para su degustación y deglución, cada minuto se golpea verticalmente la partícula con una varilla de vidrio. Estos grandes fragmentos en los que queda dividido el gránulo aún son ingeridos por el lenguado, por tanto este parámetro informa sobre el tiempo en que la partícula de pienso se mantendría disponible para el pez. El segundo de los parámetros, el *tiempo de desintegración*, es el que transcurre hasta que la partícula queda tan inconsistente como para no ser aceptada por el lenguado (incluye el período anterior). Estos dos parámetros definen la estabilidad en el agua. Se realizan un total de 35 repeticiones por tipo de pienso.

Para valorar la dinámica de caída, muy relacionada con la forma y tamaño de la partícula así como con su densidad, se cronometra el tiempo que requiere cada partícula para alcanzar el fondo del acuario, el cual reproduce la altura de los tanques experimentales. Esta medida la realizan dos observadores en paralelo disponiendo así de dos valores por gránulo. Con esta información se calcula *la velocidad de caída*, que constituye el tercer parámetro físico que se estudia y que estaría relacionado de forma inversa con la flotabilidad. Mientras que en ciertas especies, especialmente las pelágicas, la forma como la partícula flota y se mueve en el agua puede resultar atrayente, en el caso del lenguado es al contrario y lo que se persigue es que la partícula caiga al fondo cuanto antes. Igual que en el caso anterior se realizan un total de 35 repeticiones por tipo de pienso.

1.3. Características de las materias primas

Los ingredientes utilizados son siempre los siguientes: harina de pescado y aceite de pescado ambos de origen escandinavo, harina de sangre, soja 44, tercerillas, cuartas y salvado de trigo, levadura de destilería, almidón pregelatinizado y *Curtexil*[®] (aglomerante lignosulfonato). En la Tabla A.II. se expresa la composición proximal media de dichos ingredientes.

El corrector vitamínico-mineral empleado está formulado por Roche para rodaballo. Su composición está detallada en la Tabla A.III.

Tabla A.II. *Composición porcentual de macronutrientes (% s.m.s.) y aporte de energía bruta (en KJ g⁻¹) de las materias primas utilizadas en los piensos experimentales.*

| | Materia seca | Proteína bruta | Grasa bruta | Fibra bruta | Cenizas | M.E.L.N | Energía bruta |
|------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|---------|---------|------------------|
| H.pescado | 92,91 | 76,00 | 10,54 | 0,00 | 14,04 | 0,00 | 2203,5 |
| H. sangre | 94,65 | 98,37 | 0,40 | 0,00 | 1,24 | 0,00 | 2337,2 |
| Soja 44 | 86,97 | 49,86 | 3,44 | 5,82 | 7,42 | 33,47 | 1869,3 |
| Levadura destilería | 91,96 | 46,37 | 0,46 | 2,74 | 7,26 | 43,17 | 1833,0 |
| Tercer. Trigo | 88,91 | 17,74 | 3,49 | 5,06 | 3,49 | 70,23 | 1727,0 |
| Cuartas trigo | 87,07 | 16,50 | 3,02 | 10,20 | 5,19 | 65,09 | 1593,9 |
| Salvado trigo | 86,36 | 16,94 | 2,78 | 9,74 | 6,32 | 64,22 | 1580,4 |
| Almidón pregel. | 88,00 | 0,23 | 0,00 | 0,09 | 0,09 | 99,59 | 1668,5 |
| <i>Curtexil</i> [®] | 95,00 | 1,05 | 0,32 | 62,84 | 14,74 | 21,05 | 388,7 |

Tabla A.III. *Composición de los correctores o premix vitamínico y mineral formulado por Roche para rodaballo y utilizado en todos los piensos experimentales del presente trabajo.*

| Corrector vitamínico | Por Kg de premix | Por Kg de pienso | Corrector mineral (mg) | Por Kg de premix | Por Kg de pienso |
|---|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|
| Vitamina A (UI) | 1.750.000 | 3.500 | Colina | 160.000 | 800 |
| Vitamina E (0,9 g de α -tocopherol/g) (mg) | 75.000 | 150 | Yodo (Yoduro potásico) | 150 | 0,75 |
| Vitamina B ₁ (mg) | 10.000 | 20 | Zinc (sulfato) | 6.300 | 31,5 |
| Vitamina B ₂ (mg) | 50.000 | 100 | Hierro (Sulfato) | 6.000 | 30 |
| Vitamina B ₆ (mg) | 15.000 | 30 | Selenio (selenito sódico) | 67,4 | 0,34 |
| Vitamina B ₁₂ (mg) | 100 | 0,2 | Cloruro sódico | 80.000 | 400 |
| Ac. pantoténico (mg) | 35.000 | 70 | Fosfato bicálcico | 273.405 | 1367 |

(continuación)

| | | | | | |
|------------------------------|-----------|------|-------------------------------------|---------|------|
| Biotina (mg) | 200 | 0,4 | Manganeso (Sulfato manganoso) | 1.188 | 5,94 |
| Inositol (mg) | 200.000 | 400 | Cobalto (Sulf. de cobalto heptahi.) | 230 | 1,15 |
| Vitamina D ₃ (UI) | 1.500.000 | 3000 | Cobre (Sulf. de Cu heptahi.) | 250 | 1,25 |
| Vitamina K ₃ (mg) | 5.000 | 10 | Magnesio (Sulfato) | 43.200 | 216 |
| Ac. nicotínico (mg) | 75.000 | 150 | Aluminio (Sulfato) | 30 | 0,15 |
| Ac. fólico (mg) | 7.500 | 15 | Cloruro potásico (mg) | 50.000 | 250 |
| Vitamina C (mg) | 125.000 | 250 | | | |
| Excipiente C.S.P. | 1.000 G | | Excipiente C.S.P. | 1.000 G | |

1.4. Características de los piensos experimentales

Se aportan en primer lugar los resultados de las pruebas físicas que pueden considerarse comunes a todos los piensos experimentales, mientras que en apartados posteriores se relacionan las características específicas de los piensos empleados en cada una de las experiencias.

1.4.1. Características físicas de los piensos

De acuerdo con la metodología descrita en el apartado 1.2.2. se obtienen los resultados que se expresan gráficamente a continuación. En las Figuras A.1., A.2. y A.3. se muestra la expresión gráfica del *tiempo de rotura* registrado para los diversos piensos, mientras que el *tiempo de desintegración* se muestra en las Figuras A.4., A.5. y A.6. La *velocidad de caída* registrada para cada uno de los piensos se indica en las Fig. A.7., A.8. y A.9.

A la vista de la expresión gráfica de los resultados se pueden extraer algunas conclusiones sobre las características físicas de los piensos.

Respecto a la estabilidad de los piensos experimentales en el agua, al observar las gráficas que muestran el *tiempo de rotura*, y el *tiempo de desintegración*, la primera evidencia es que ésta se ve claramente optimizada por la presencia de una cobertura de aceite. En todos los casos, existen diferencias sustanciales entre un mismo tipo de pienso con aceite o sin él, resistiendo como mínimo el doble de tiempo en el agua sin romperse cuando está presente la cubierta lipídica. Cuanto más pequeña es la partícula

más importante se hace esta diferencia, de tal modo que en el pienso de tamaño inferior (1-2 mm) la estabilidad llega a multiplicarse hasta por 7 veces. Esta relación entre tamaño de partícula y mejora de la estabilidad con la capa grasa probablemente se debe a la mayor relación superficie/volumen que se da en esta clase de partícula.

Las partículas superiores a 2 mm parecen evidenciar una mejor estabilidad que la clase de 2,5 mm. Es preciso recordar que las primeras han sido sometidas a un proceso de criba, en el cual seguramente se han retirado las fracciones más inestables y desmenuzadas, siendo por tanto una clase más homogénea. La segunda (2,5 mm) no ha sido sometida a ninguna clasificación incluyendo por tanto toda la heterogeneidad resultante del proceso de fabricación.

Si se comparan en cada clase de tamaño los resultados para cada pienso, se observa que los mejores resultados globales, teniendo en cuenta el tiempo de rotura y el tiempo de desintegración, los obtiene siempre el pienso A, cuya estabilidad sólo se ve superada por el pienso comercial (presente solamente en la clase de tamaño de 1 a 2 mm). Las diferencias entre los piensos A y B son justificables por la cantidad de sustancias pulverulentas que incorporan (un 1,5% en el primer caso y un 3% en el segundo) y que disminuirían la densidad del pienso B respecto al A. Las diferencias entre A y O son más difíciles de justificar, pero los resultados, quizás por algún motivo desconocido relacionado con las características del aroma comercial, sugieren que la incorporación del mismo mejora la compactación de la mezcla.

El pienso comercial presenta las mejores características de estabilidad, aunque los resultados obtenidos por este pienso no difieren sensiblemente de los obtenidos por los piensos experimentales cuando incorporan el *coating* de grasa, ni en el tiempo de rotura ni el de desintegración. Esto permitiría suponer que dicha presentación incluye también una cubierta de grasa como es habitual en los piensos comerciales y también permite atribuirle una mejor compactación debida a un proceso de fabricación industrial más optimizado y estandarizado.

Teniendo en cuenta los tiempos registrados, y siempre que los piensos incorporen la cubierta lipídica, se puede considerar que los lenguados dispondrían de un tiempo aproximado de 11 a 16 minutos para

ingerir el pienso en buenas condiciones. Los *tiempos de rotura* observados para las partículas sin grasa en el exterior ofrecerían un margen demasiado corto de tiempo considerando la conducta lenta del lenguado, ya que el tiempo disponible para la ingesta es, en algún caso inferior, a los 2 minutos. A partir de estos 11-16 minutos de *tiempo de rotura*, aún podrían disponer de un breve lapso de tiempo para capturar fracciones de partícula de pienso. Pero a partir de los 20-30 minutos desde su distribución (*tiempo de desintegración*) el pienso quedaría totalmente inutilizable.

Por otra parte, al comparar los resultados obtenidos por las partículas sin clasificar (2,5 mm) y por las partículas cribadas y seleccionadas (> 2 mm) sugiere que la criba y separación en fracciones del pienso, a su recepción en la piscifactoría procedente de la planta de fabricación, permitiría disfrutar de algunos minutos suplementarios de estabilidad en el agua. Dado el poco esfuerzo que ello implica, merece la pena realizar esta operación para optimizar el consumo de las partículas de pienso por los lenguados.

La velocidad de caída parece ser un parámetro poco afectado tanto por la composición del pienso como por la presencia de cubierta lipídica. Asimismo el tamaño de partícula influye escasamente en la velocidad de caída de la misma en la columna de agua del tanque experimental. Todos los valores registrados por partículas de 2,5 mm o > 2 mm se encuentran entre 4,1 y 5,4 cm seg⁻¹, mientras que las partículas de 1 a 2 mm evidencian velocidades de caída entre 2, 4 y 3,1 cm seg⁻¹. Aún considerando las escasas diferencias observadas, el pienso que desarrolla una velocidad más alta es la fórmula base (O) que posiblemente es más densa que las fórmulas A y B, las cuales incorporan ingredientes pulverulentos (aroma y betaína) en un porcentaje superior. En este parámetro el pienso comercial se comporta de forma muy parecida al resto de los piensos, aproximándose su velocidad a la de los piensos con cubierta grasa, al igual que sucedía con los otros dos parámetros.

Considerando las velocidades registradas aquí una partícula de unos 2 mm tardaría entre 5 y 6 segundos en recorrer la columna de agua (25 cm) que se utiliza en las instalaciones experimentales de este trabajo de tesis. Este tiempo debería descontarse del *tiempo de rotura* y *desintegración* pero es tan breve que, a efectos prácticos, podría despreciarse.

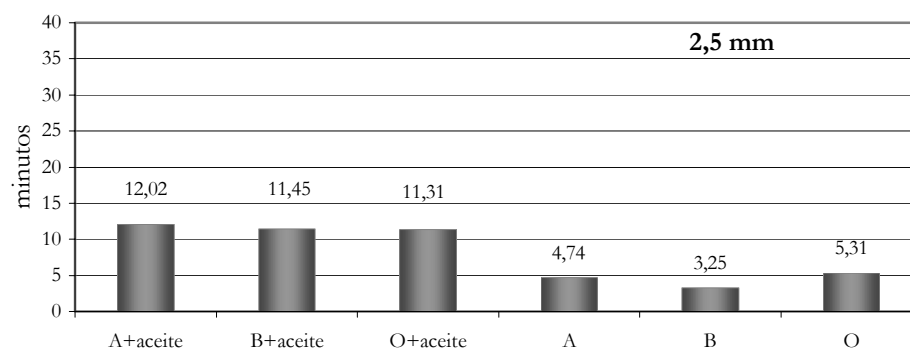


Fig. A.1. Tiempo de rotura de las partículas de 2,5 mm. Siendo A pienso con 1,5% de aroma en el interior, B pienso con 3% de betaina y O fórmula base. Se expresa el valor de la media sobre cada columna.

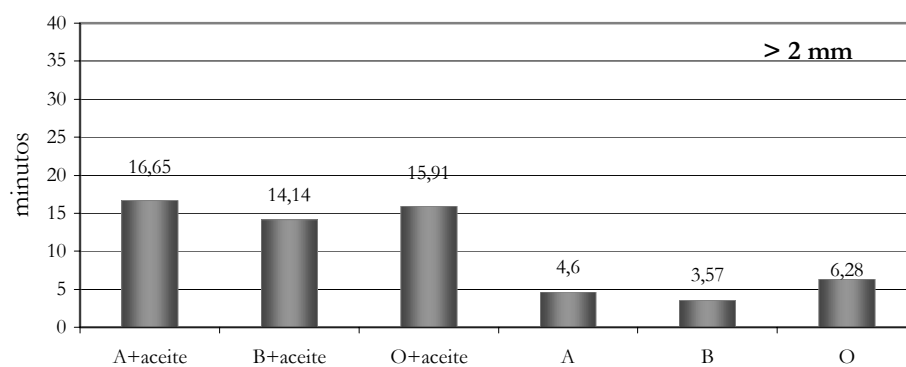


Fig. A.2. Tiempo de rotura de las partículas de 2 mm.

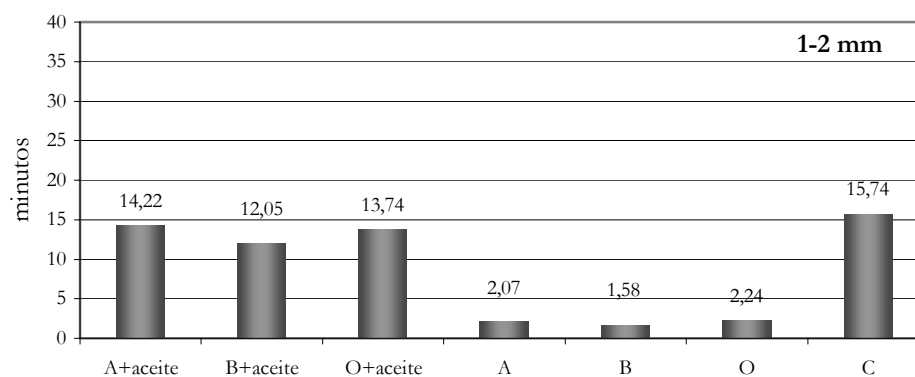


Fig. A.3. Tiempo de rotura de las partículas de 1-2 mm. En este caso se incluye C (pienso comercial) que solamente se utiliza en este tamaño.

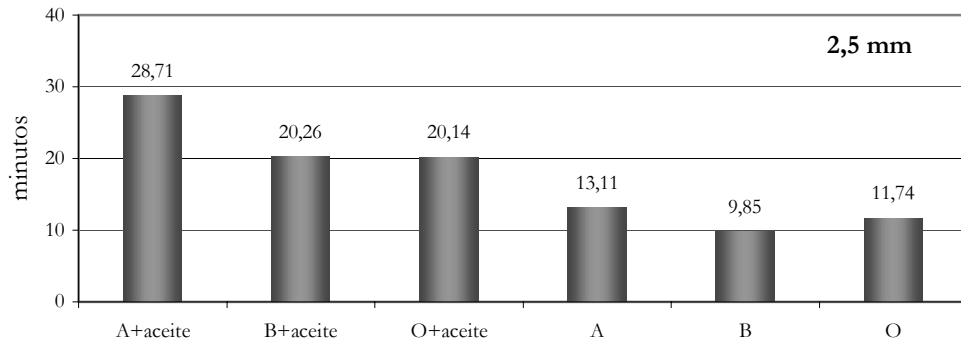


Fig. A.4. Tiempo de desintegración de las partículas de 2,5 mm.

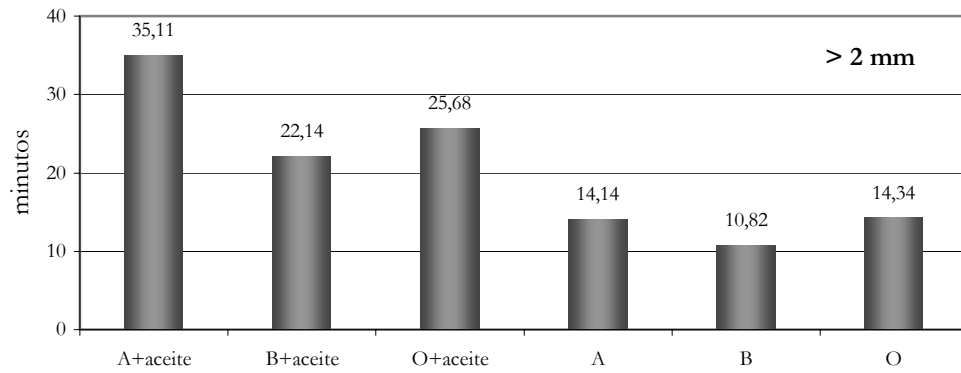


Fig. A.5. Tiempo de desintegración de las partículas de >2 mm.

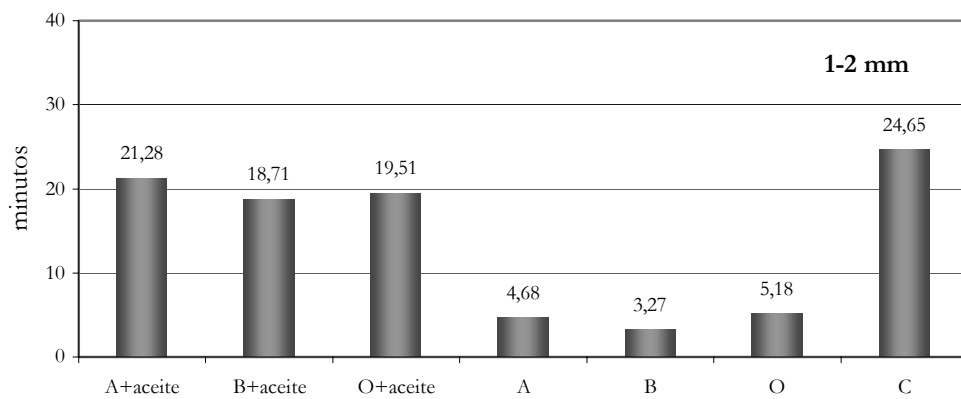


Fig. A.6. Tiempo de desintegración de las partículas de 1-2 mm.

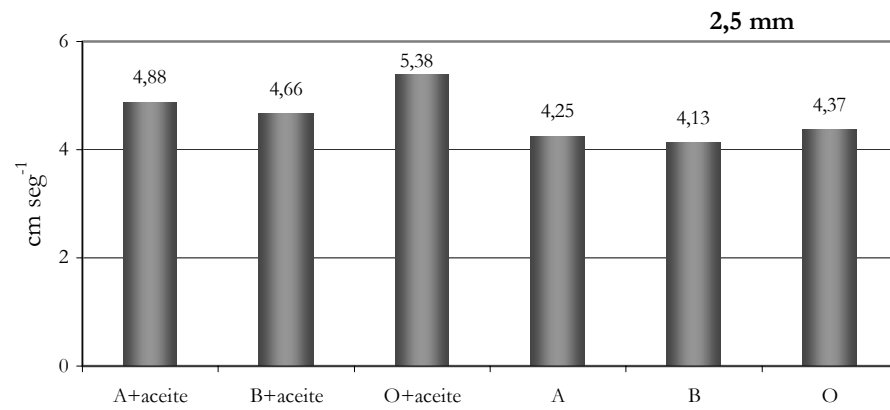


Fig. A.7. *Velocidad de caída de las partículas de 2,5 mm.*

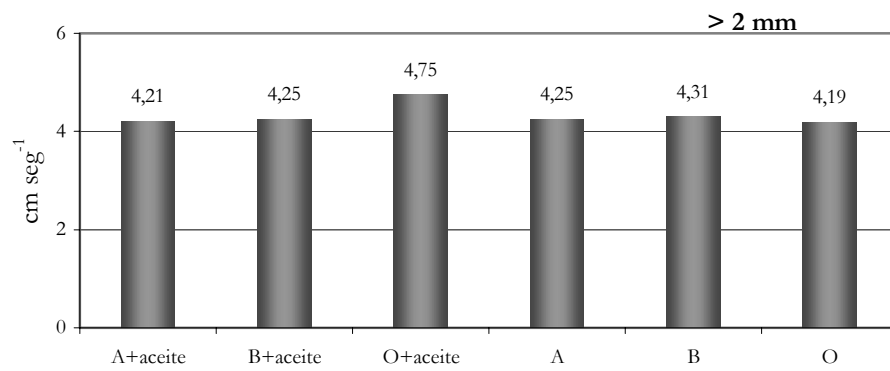


Fig. A.8. *Velocidad de caída de las partículas de >2 mm.*

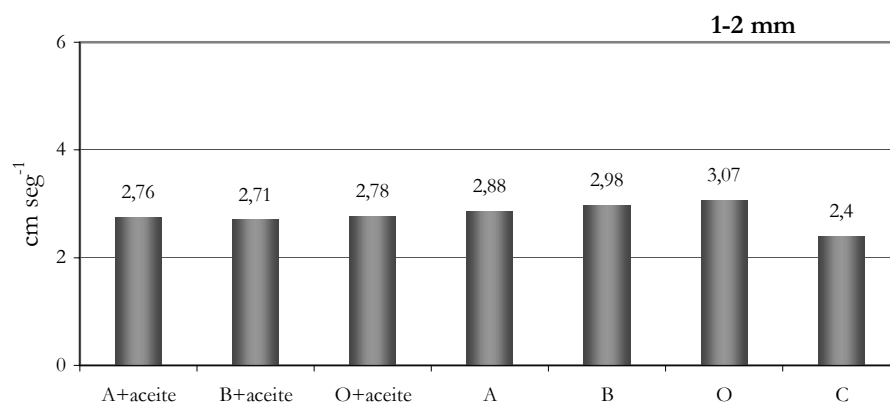


Fig. A.9. *Velocidad de caída de las partículas de 1-2 mm.*

1.4.2. Piensos de la experiencia 1

Características generales de los piensos utilizados

| | |
|---|---|
| A | incluye aroma de bivalvo (1.5%) |
| B | incluye betaína (3%) |
| C | <i>Control externo.</i> Pienso comercial para rodaballo. Incluye una combinación de aminoácidos desconocida |

Composición porcentual de macronutrientes de los piensos experimentales

| % s.m.s. | A | B | C |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|
| Materia seca | 93,5 | 93,5 | 93,5 |
| Proteína bruta | 58,48 | 57,69 | 55,49 |
| Grasa bruta | 18,08 | 17,97 | 14,38 |
| Fibra bruta | 1,64 | 1,62 | 0,84 |
| Cenizas | 11,8 | 11,7 | 11,4 |
| Carbohidratos | 3,76 | 4,85 | 12,17 |
| Energía bruta (kJ/100 g) | 2152,1 | 2147,3 | 2077,7 |
| Proteína/Energía (g proteína/MJ) | 27,17 | 26,87 | 26,71 |

Tamaño de las partículas

| | < 500 μ | 500 - 1000 μ | 1000 – 2000 μ | > 2000 μ |
|-------------|-------------|------------------|-------------------|--------------|
| 24oct/13nov | 11,75% | 87,70% | 0,44% | 0% |
| 14nov/20dic | 2,06% | 43,21% | 54,10% | 0,22% |

1.4.3. Piensos utilizados en la experiencia 2

Características de los piensos utilizados

| | <i>Interior</i> | <i>Exterior</i> |
|----|------------------------|-----------------------|
| Aa | aroma (1.5%) | aceite + aroma (0,5%) |
| Ao | aroma (1.5%) | aceite |
| Ba | betaína (3%) | aceite + aroma (0,5%) |
| Bo | betaína (3%) | aceite |
| Ca | <i>Control externo</i> | aceite + aroma (0,5%) |
| Co | <i>Control externo</i> | nada |

Composición porcentual de macronutrientes de los piensos experimentales

| % s.m.s. | A | B | C |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|
| Materia seca | 88,4 | 89,1 | 93,0 |
| Proteína bruta | 62,92 | 64,88 | 56,15 |
| Grasa bruta | 19,84 | 20,14 | 20,41 |
| Fibra bruta | 0,94 | 0,85 | 0,90 |
| Cenizas | 13,10 | 12,60 | 9,47 |
| Carbohidratos | 3,19 | 1,53 | 13,07 |
| Energía bruta (kJ/100 g) | 2316,3 | 2346,7 | 2343,0 |
| Proteína/Energía (g proteína/MJ) | 27,16 | 27,65 | 23,97 |

Tamaño de las partículas

| < 500 μ | 500 - 1000 μ | 1000 - 2000 μ | > 2000 μ |
|-------------|------------------|-------------------|--------------|
| 1,6% | 25,0% | 73,4% | 0,0% |

1.4.4. Piensos utilizados en la experiencia 3

Para esta experiencia se utiliza un solo pienso con el cual se realiza el seguimiento de un lote de lenguados durante 9 meses. El tamaño de gránulo es de 5 mm, aunque inicialmente se mezcla un cierto porcentaje de partículas más pequeñas para satisfacer a los peces más pequeños.

Características del pienso utilizado

| | |
|---|--|
| A | Corresponde a la fórmula Ao de la experiencia 2, la cual incluye aroma de bivalvo (1,5%) en el interior. En el exterior se aplica <i>coating</i> de aceite pero sin aroma. |
|---|--|

Composición porcentual de macronutrientes de los piensos experimentales

| % s.m.s. | A |
|-------------------------------------|--------|
| Materia seca | 88,4 |
| Proteína bruta | 62,92 |
| Grasa bruta | 19,84 |
| Fibra bruta | 0,94 |
| Cenizas | 13,10 |
| Carbohidratos | 3,19 |
| Energía bruta (kJ/100 g) | 2316,3 |
| Proteína/Energía (g proteína/MJ) | 27,16 |

1.4.5. Piensos de la experiencia 4

Esta experiencia se separa en dos fases en lo que respecta al método de fabricación de los piensos utilizados. En la primera fase que se prolonga hasta el mes de agosto el procedimiento de fabricación de los gránulos es el mismo que para los piensos anteriores, es decir, mezcla de los ingredientes en la ESAB o en la Escuela de Agrónomos de la Universidad de Valencia y granulación por extrusión en la planta piloto de fabricación de piensos de la segunda institución. La fórmula base que se utiliza es la misma para las diversas presentaciones que se comparan en la experiencia.

Características generales de los piensos utilizados*

| | |
|-----|--|
| A | Control. Constituye la <u>fórmula base</u> e incluye aroma de bivalvo (1,5%). |
| P | Fórmula base + pepsina de estómago porcino (actividad 91 unidades/mg de sólido) |
| T | Fórmula base + tripsina de páncreas porcino (actividad 1870 unidades/mg de sólido) |
| P+T | Fórmula base + pepsina + tripsina (en las mismas dosis arriba indicadas) |

* Durante la fase de destete, que dura una semana, el pienso incorpora un 3% de betaína que se incluye en sustitución del aroma (1,5%) y de levadura de destilería (1,5%).

Composición porcentual de macronutrientes de los piensos experimentales

| % s.m.s. | A (1.fase) | A (2.fase) |
|----------------------------------|------------|------------|
| Materia seca | 91,7 | 92,1 |
| Proteína bruta | 61,36 | 64,80 |
| Grasa bruta | 14,56 | 17,70 |
| Fibra bruta | 0,79 | 0,98 |
| Cenizas | 13,09 | 12,70 |
| Carbohidratos | 10,32 | 4,34 |
| Energía bruta (kJ/100 g) | 2193,0 | 2296,8 |
| Proteína/Energía (g proteína/MJ) | 27,98 | 28,21 |

En la 1ª fase los enzimas se incorporan en el exterior de los gránulos, después de la granulación por extrusión, para ello se disuelven en el *coating* de aceite que se aplica externamente en todos los piensos. En la 2ª fase, los enzimas se disuelven en agua, esta solución se incorpora a la mezcla de ingredientes, se granula en húmedo y se seca, por último se añade también el *coating* externo de aceite. La dosis se mantiene constante en ambos casos.

Se especifican separadamente los tamaños de partícula utilizados en los Lotes 1 y 2. En el caso del Lote 1 se detallan los tamaños de gránulo distribuidos antes de la clasificación, realizada el 26 de junio, y los utilizados después de la misma en los lotes de *cabezas* y *colas*. En cada Tabla se adjunta el peso medio de los animales al inicio del período indicado.

Lote 1

Tamaño de las partículas (mm)

| | < 0,5 | 0,5 –1 | 1-2 | 2-3 | 4 | > 5 | Peso (g) |
|----------------|-------|--------|-----|------|------|-----|----------|
| mayo | 40% | 58% | 2% | | | | 0,13 |
| junio | 7% | 33% | 60% | | | | 0,52 |
| Cabezas | | | | | | | |
| julio | | | 70% | 30% | | | 1,3 |
| ago-sept | | | | | 100% | | 3,9 |
| oct-dic | | | | | 100% | | 6,7 |
| Colas | | | | | | | |
| julio | | 90% | 10% | | | | 0,49 |
| ago-sept | | | | 100% | | | 1,5 |
| oct-dic | | | | 100% | | | 3,0 |

Lote 2

Tamaño de las partículas (mm)

| | < 0,5 | 0,5 –1 | 1-2 | 2-3 | 4 | > 5 | Peso (g) |
|------------|-------|--------|-----|-----|------|------|----------|
| mayo | 1% | 33% | 66% | | | | 0,67 |
| junio | | 20% | 80% | | | | 1,40 |
| 1-20julio | | | 50% | 50% | | | 2,5 |
| 20-30julio | | | 30% | 70% | | | 5,3 |
| ago-oct | | | | | 100% | | 11,2 |
| oct-dic | | | | | | 100% | 15,8 |

