

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación ha sido realizado en el Departamento de Producciones Agrarias de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona (adscrita a la Universidad Politécnica de Catalunya). Las instalaciones experimentales utilizadas han sido las cedidas por el Acuarama del Zoológico de Barcelona y el Polígono experimental del Centre d'Aqüicultura IRTA (en el momento de la realización de la tesis Centre Nacional d'Aqüicultura de la Dir. Gral. de Pesca Marítima, D.A.R.P., Generalitat de Catalunya) situado en Les Cases d'Alcanar (Tarragona), y en el marco de los convenios firmados con dicha Institución.

La dirección del presente trabajo ha sido llevada a cabo por la Dra. Rosa Flos Bassols (Dept. de Biología Celular y Fisiología de la Universidad Autónoma de Barcelona).

Estos trabajos de investigación han sido financiados por las siguiente vías:

- Proyecto de Investigación CICYT (AGF92-0341) resuelto el 10 de junio de 1992 titulado “Elaboración de un pienso de engorde para cultivo intensivo de lenguado (*Solea* sp.) y evaluación de la eficacia de conversión de los nutrientes”.
- Convenios firmados entre el Departamento de Biología Celular y Fisiología de la Universidad Autónoma de Barcelona y la Dir. Gral. de Pesca Marítima del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (Generalitat de Catalunya):

1993: Pla de seguiment en captivitat d'un estoc salvatge i d'un estoc d'origen de reproducció en captivitat de llenguado *Solea solea*.

1994: Pla de seguiment en captivitat de reproducció i engreix de llenguado *Solea solea* i *Solea senegalensis*.

1995: Projecte llenguado: avaluació del potencial de cultiu i optimització dels paràmetres productius de dos estocs de *Solea senegalensis*.

A continuació se detallen les presentacions a Congressos realitzades a partir de los resultados de la presente tesis:

- FLOS, R., REIG, L., FERNÁNDEZ, J.V., AMBROSIO, P.P. & CARBO, R. (1995) Ensayos preliminares para el cultivo intensivo de lenguado. *Actas del V Congreso Nacional de Acuicultura*, Sant Carles de la Rapita, 10-13 de mayo de 1995. Publicacions Universitat de Barcelona. pp. 839
- FLOS, R. REIG, L. & VALERO, J. (1995) A methodological tool for testing feeding behaviour in sole (*Solea solea*). *International Conference Aquaculture '95: Quality in Aquaculture*. Trondheim, August 1995. EAS Special Publication n.23: pp.157.
- FLOS, R., REIG, L. & AMBROSIO, P.P. (1997) Are exogenous proteolytic enzymes useful in feeds for sole (*Solea senegalensis*)? Abstracts of the *International Conference 'Martinique 97 – Island Aquaculture and Tropical Aquaculture'* Les Trois Ilets, Martinique, French West Indies, May 4-9 1997: 130-131.
- REIG, L., OCA, J. & FLOS, R. (2000) Trading perspectives of a potential farmed sole (*Solea* sp.) evaluated at the Central Fish Market of Barcelona (Spain) Abstracts of '*AQUA 2000: Responsible Aquaculture for the new millennium*'. Nice, France, May 2-6 2000. EAS Special Publication n.28: 596.

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1:

#### INTRODUCCIÓN

1.1. Situación actual del cultivo de lenguado en la investigación, la producción y el mercado.....	7
1.2. Conducta alimentaria en peces.....	16
1.2.1. Desencadenamiento de la conducta alimentaria.....	17
1.2.2. Mecanismos de detección del alimento.....	18
1.2.3. Quimiorrecepción.....	20
1.3. Estrategia alimentaria del lenguado en el medio natural.....	22
1.3.1. Perfil trófico del lenguado en el medio natural.....	22
1.3.2. Equipamiento sensorial.....	26
1.3.3. Ritmos de actividad alimentaria.....	29
1.4. Estímulos químicos en peces.....	32
1.4.1. Tipos de estímulos químicos en peces.....	32
1.4.2. Clasificación de los estímulos químicos según su papel en la conducta alimentaria.....	38
1.4.3. Aplicación en cultivo de lenguados.....	39
1.5. Aromas comerciales: concepto y aplicaciones.....	42
1.5.1. Definición de aroma. Generalidades.....	43
1.5.2. Utilidades.....	46
1.5.3. Metodología para el desarrollo de una aplicación.....	48
1.5.4. Clasificación de los aromas según la legislación vigente.....	49
1.6. Objetivos de la tesis.....	53
1.7. Estructura de la tesis.....	55

## CAPÍTULO 2:

### INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE AROMA SOBRE EL COMPORTAMIENTO

2.1. Introducción.....	59
2.1.1. Métodos de estudio de la conducta alimentaria.....	59
2.1.2. Criterios generales a tener en cuenta en el diseño experimental de estudios de la conducta alimentaria.....	64
2.2. Objetivos del estudio.....	70
2.3. Material y métodos .....	71
2.3.1. Descripción de la metodología en estudio....	
2.3.2. Peces. Condiciones de estabulación.....	78
2.3.3. Aroma comercial. Desarrollo de la aplicación.....	79
2.3.4. Piensos utilizados .....	82
2.3.4.1. Piensos experimentales.....	82
2.3.4.2. Piensos control.....	83
2.3.5. Observadores.....	85
2.3.6. Metodología de observación.....	85
2.3.7. Métodos estadísticos.....	87
2.3.7.1. Tratamiento de los resultados obtenidos.....	87
2.3.7.2. Definición de las variables <i>Índice de         aceptación e Índice de aceptación global</i> .....	87
2.3.7.3. Análisis exploratorio de los datos.....	88
2.3.7.4. Inferencia estadística.....	89
2.4. Resultados y discusión .....	90
2.4.1. Influencia de los observadores.....	92
2.4.2. Influencia de las fases de la conducta .....	92
2.4.3. Influencia del horario de administración.....	98
2.4.4. Influencia del tamaño de los peces.....	102
2.4.5. Influencia del tipo de pienso.....	105
2.4.6. Inferencia estadística.....	109
2.5. Conclusiones .....	115

**CAPÍTULO 3:**

**INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE AROMA SOBRE EL CRECIMIENTO, LA SUPERVIVENCIA Y LA DISPERSIÓN DE TALLAS**

<b>3.1. Alimentación y cultivo de <i>Solea</i> sp.....</b>	<b>121</b>
<b>3.1.1. Formulación de piensos para lenguado.....</b>	<b>121</b>
3.1.1.1. Requerimientos nutricionales.....	121
3.1.1.2. Características tecnológicas.....	125
<b>3.1.2. Revisión bibliográfica del cultivo de lenguado.....</b>	<b>126</b>
3.1.2.1. Condiciones del medio.....	126
3.1.2.2. Crecimiento y supervivencia.....	135
<b>3.2. Objetivo del estudio.....</b>	<b>145</b>
<b>3.3. Material y métodos.....</b>	<b>146</b>
3.3.1. Muestra e instalaciones.....	146
3.3.2. Piensos experimentales utilizados y sistema de distribución del alimento.....	147
3.3.3. Recogida de datos.....	149
3.3.4. Métodos estadísticos.....	151
<b>3.4. Desarrollo de las experiencias.....</b>	<b>152</b>
<b>3.4.1. Experiencia 1: evaluación a medio plazo de la eficacia del aroma frente a la betaína y a un pienso comercial</b>	
3.4.1.1. Objetivo de la experiencia.....	152
3.4.1.2. Descripción de la experiencia.....	153
3.4.1.3. Resultados.....	155
<b>3.4.2. Experiencia 2: evaluación a medio plazo de la eficacia del <i>coating</i> externo de aroma</b>	
3.4.2.1. Objetivo.....	163
3.4.2.2. Descripción de la experiencia.....	164
3.4.2.3. Resultados.....	165
<b>3.4.3. Experiencia 3: seguimiento a largo plazo de un lote alimentado exclusivamente con pienso con aroma</b>	
3.4.3.1. Objetivo.....	171
3.4.3.2. Descripción de la experiencia.....	171

3.4.3.3. Resultados.....	172
3.4.4. Experiencia 4: evaluación de la incorporación en el pienso de enzimas exógenos	
3.4.4.1. Objetivo.....	176
3.4.4.2. Descripción de la experiencia.....	176
3.4.4.3. Resultados.....	177
3.5. Discusión.....	197
3.5.1. Resultados en la fase post-destete.....	200
3.5.2. Resultados en el resto del alevinaje, pre-engorde y engorde.....	206
3.5.3. Potencial de crecimiento y supervivencia del lenguado en las condiciones del presente trabajo.....	207
3.5.4. Aspectos de manejo.....	215
3.6. Conclusiones.....	218
<b>CONCLUSIÓN GENERAL DE LA TESIS.....</b>	<b>221</b>
<b>ANEXO: CARACTERÍSTICAS DE LOS PIENSOS EXPERIMENTALES</b>	
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
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>245</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>263</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
I.1. <i>Organismos que constituyen la dieta natural y sustancias que actúan como estimuladoras de la conducta alimentaria en algunas especies (MACKIE &amp; MITCHELL, 1985)</i>	37
I.2. <i>Respuesta a diferentes tipos de estímulos químicos (a partir de MACKIE 1982 y MACKIE &amp; MITCHELL 1985)</i>	39
I.3. <i>Finalidades nutricionales y sanitarias en la adición de aromas en alimentos animales (BRADLEY, 1983)</i>	47
I.4. <i>Beneficios tecnológicos de la adición de aromas en piensos (BRADLEY, 1983)</i>	47
II.1. <i>Clasificación de los tipos de conducta según su complejidad y su nivel de interacción social (a partir de DELGADO &amp; DELGADO, 1963, citado en LEHNER 1979)</i>	64
II.2. <i>Medidas más frecuentes de eventos y estados (LEHNER, 1979)</i>	66
II.3. <i>Descripción de la respuesta puntuable como positiva, intermedia o negativa para cada una de las fases de la secuencia</i>	74
II.4. <i>Distribución de los peces en clases de peso. Se adjuntan las medias de peso así como el error estándar (M (ES)) y rango de pesos (Min-Max) para cada tanque, al inicio de la experiencia.</i>	79
II.5. <i>Breve descripción de los 6 piensos utilizados en la experiencia. En el nombre del pienso las letras mayúsculas representan el tratamiento interno y las minúsculas el tratamiento externo aplicado, de tal manera que A/a significa aroma comercial, B betaina, C pienso comercial y O/o indica que no existe atrayente</i>	85
II.6. <i>Número de repeticiones realizadas con cada pienso en el conjunto de los tanques experimentales</i>	86
II.7. <i>Se expresa para cada tipo de pienso y en los peces <u>pequeños</u>, durante la <u>primera y segunda administración</u>: (1) porcentajes de frecuencia de cada tipo de respuesta respecto al total de respuestas de cada fase, (2) valores de I.a., (3) valores de I.a.g. para el conjunto de la secuencia alimentaria. Siendo O.l. orientación lejana, O.p.+i. Orientación próxima e iniciación de la ingesta y C.i. continuación de la ingesta.</i>	91
II.8. <i>Se expresan los mismos resultados que en la Tabla II.7. pero en los peces <u>grandes</u>.</i>	91
II.9. <i>Coefficientes de correlación de Pearson entre las tres fases que componen la secuencia alimentaria, siendo O.l. orientación lejana, O.p.+i. orientación próxima e iniciación a la ingesta y C.i. continuación de la ingesta.</i>	94
II.10. <i>Porcentajes de reducción registrados en el valor de I.a.g. al pasar de la primera a la segunda administración.</i>	101
II.11. <i>Valor P en el test ANOVA para la variable I.a. en cada una de las fases (O.l., O.p.+i., C.i.) y para I.a.g., considerando los factores horario de administración</i>	

## Lista de Tablas

	<i>(ADM), clase de peso de los peces (PES) y tipo de pienso (PIN). Se indican los distintos niveles de significación con diferentes símbolos, del siguiente modo: <math>\alpha \leq 0,05</math>, *; <math>\alpha \leq 0,01</math>, **; <math>\alpha \leq 0,001</math>, ***; n.s. = no significativo.</i>	109
II.12.	<i>Resultados del test Tukey de comparación múltiple de medias de la variable I.a. para cada fase de la conducta e I.a.g. para el factor pienso. Para una misma fila, entre las medias con el mismo superíndice no existen diferencias al nivel <math>\alpha = 0,05</math>. Valores expresados como media.</i>	110
III.1.	<i>Crecimiento de lenguados (<i>S.solea</i> y <i>S.senegalensis</i>) mantenidos en diversas condiciones según diversos autores. Para cada caso se calcula la tasa de crecimiento específica de acuerdo con la expresión (<math>G = (\ln Pf - \ln Pi) / (tf - ti) * 100</math>).</i>	140
III.2.	<i>Crecimiento registrado a lo largo de la experiencia. Se expresan la media y el error standard (M (ES)) de los valores de peso individual (P en g) y longitud total (Lt en mm) así como el número de individuos utilizados para el muestreo (N).</i>	156
III.3.	<i>Tasas de crecimiento registradas en el período experimental, siendo G y <math>\Delta Lt</math> Rel las tasas de crecimiento y peso y longitud en el período intermedio (<math>t_m</math>, día 1 a día 25) y en el conjunto del período (<math>t_f</math>, día 1 a día 54).</i>	156
III.4.	<i>Valor P obtenido en el test ANOVA y en el test de comparación de medias aplicados al factor pienso a muestreo inicial, día 1, (<math>t_i</math>), tiempo medio, día 25, (<math>t_m</math>) y tiempo final, día 54, (<math>t_f</math>), para las variables peso (P) en g y longitud total (Lt) en mm. Se expresa la media (M) para los piensos A (aroma), B (betaína) y C (comercial) y para cada uno de los tiempos. Se indican los distintos niveles de significación con diferentes símbolos, del siguiente modo: <math>\alpha \leq 0,05</math>, *; <math>\alpha \leq 0,01</math>, **; <math>\alpha \leq 0,001</math>, ***; n.s. = no significativo. En la clasificación de Tukey letras diferentes indican diferencias significativas dentro de cada tiempo (<math>t_i</math>, <math>t_m</math> y <math>t_f</math>).</i>	157
III.5.	<i>Supervivencia en cada uno de los piensos. Se expresa el número de individuos al inicio de la fase de adaptación (N inicial) y al final de dicha fase que a su vez constituye el inicio de la fase experimental, así como el porcentaje de supervivencia en cada una de las dos fases.</i>	159
III.6.	<i>Crecimiento registrado a lo largo de la experiencia. Se expresan la media de pesos individuales (P en g) y de longitud total (Lt en cm), siendo N número de individuos muestreados, M media y ES error standard.</i>	165
III.7.	<i>Tasas de crecimiento siendo G tasa de crecimiento específico o instantáneo y <math>\Delta Lt</math> Rel incremento relativo de longitud.</i>	166
III.8.	<i>Valor P obtenido en el test t de Student aplicado al factor aroma a muestreo inicial (i) y final (día 58)(f), para las variables peso (P) y longitud total (Lt). Se expresa la media (M) para cada tiempo y para los piensos A (aroma), B (betaína) y C (comercial) con cubierta externa de aroma 'a' o sin ella 'o'. Niveles de significación: : <math>\alpha \leq 0,05</math>, *; <math>\alpha \leq 0,01</math>, **; <math>\alpha \leq 0,001</math>, ***; n.s. = no significativo.</i>	166
III.9.	<i>Supervivencia al final del período experimental en cada uno de los tanques. Se expresa para cada tanque el tipo de pienso utilizado, el número inicial de individuos (n) y el porcentaje de supervivencia a los 58 días de experiencia.</i>	169

III.10.	<i>Crecimiento registrado a lo largo de la experiencia. Se expresan la media de pesos individuales (P en g) y de longitud total (Lt en cm), así como el Factor de Condición (FC) calculado, siendo N número de individuos, M media y ES error standard.</i>	172
III.11.	<i>Tasas de crecimiento, siendo G tasa de crecimiento específico o instantáneo y <math>\Delta Lt</math> Rel incremento relativo de longitud.</i>	173
III.12.	<i>Características de los lotes en referencia a su fecha de eclosión, así como edad y peso a su llegada a las instalaciones experimentales y al inicio de la experiencia.</i>	178
III.13.	<i>Distribución en los tanques, calculada para el 1 y el 13 de mayo (Lote 1 y 2 respectivamente) considerando el recuento final de los supervivientes y la mortalidad registrada. Se expresa el número inicial de individuos (N), y la densidad inicial y final en kg m<sup>-2</sup>. *incidencias en la distribución inicial de los peces.</i>	181
III.14.	<i>Crecimiento registrado por el grupo de <u>cabezas</u>. Se expresan la media de pesos individuales (p en g) y de longitud total (Lt en cm), siendo N número de individuos, M media y ES error estándar. La nomenclatura de los piensos es la siguiente: P, fórmula base +pepsina, T, fórmula base + tripsina, P+T, fórmula base con pepsina + tripsina, A fórmula base.</i>	182
III.15	<i>Crecimiento registrado por el grupo de <u>colas</u>. Se expresan la media de pesos individuales (P en g) y de longitud total (Lt en cm), siendo N número de individuos, M media y ES error estándar. Siendo P, fórmula base +pepsina, T, fórmula base + tripsina, P+T, fórmula base con pepsina + tripsina, A fórmula base.</i>	182
III.16.	<i>Tasas de crecimiento, siendo G tasa de crecimiento específico o instantáneo y <math>\Delta Lt</math> Rel incremento relativo de longitud. Se expresan los valores calculados en las dos fases de la experiencia y en el conjunto del período (en cursiva).</i>	183
III.17.	<i>Valor P obtenido en el test ANOVA y en el test de comparación de medias aplicados al factor pienso a tiempo inicial, día 57, (t<sub>i</sub>), tiempo medio, día 126, (t<sub>m</sub>) y tiempo final, día 215, (t<sub>f</sub>), para la variable peso en g (p) y para la longitud total en cm (Lt). Se expresa la media (M) para los piensos P, fórmula base +pepsina, T, fórmula base + tripsina, P+T, fórmula base con pepsina + tripsina, A fórmula base. Se indican los distintos niveles de significación con diferentes símbolos, del siguiente modo: <math>\alpha \leq 0,05</math>, *; <math>\alpha \leq 0,01</math>, **; <math>\alpha \leq 0,001</math>, ***; n.s. = no significativo. Dentro de cada tiempo (t<sub>i</sub>, t<sub>m</sub> y t<sub>f</sub>), letras diferentes indican diferencias significativas.</i>	184
III.18.	<i>Supervivencia en cada uno de los tanques a día 57 (inicio) y a día 215 de la experiencia. Se expresan por separado los valores de cabezas y colas, indicando para cada tanque el tipo de pienso utilizado, el número inicial de individuos (N) y el porcentaje de supervivencia al final de la fase de adaptación, de la fase experimental y en el conjunto del período.</i>	188
III.19.	<i>Crecimiento registrado a lo largo de la experiencia. Se expresan la media de pesos individuales (P en g) y de longitud total (Lt en cm), siendo N número de individuos, M media y ES error standard.</i>	191
III.20.	<i>Tasas de crecimiento, siendo G tasa de crecimiento específico o instantáneo <math>((\ln Pf - \ln Pi)/(tf-ti))*100</math> y <math>\Delta Lt</math> Rel incremento relativo de longitud = <math>((Ltf -</math></i>	

	192
<i>L<sub>ti</sub></i> )/ <i>L<sub>ti</sub></i> ( <i>t<sub>f</sub></i> - <i>t<sub>i</sub></i> )*100.	
III.21. <i>Valor P obtenido en el test ANOVA y en el test de comparación de medias aplicados al factor pienso a tiempo inicial, día 30, (t<sub>i</sub>), tiempo medio, día 115, (t<sub>m</sub>) y tiempo final, día 205, (t<sub>f</sub>), para la variable peso en g (p) y para la longitud total en cm (Lt). Se expresa la media (M) para los piensos P, fórmula base +pepsina, T, fórmula base + tripsina, A fórmula base. Se indican los distintos niveles de significación con diferentes símbolos, del siguiente modo: α ≤ 0,05,*; α ≤ 0,01, **; α ≤ 0,001, ***; n.s. = no significativo. En cada uno de los tiempos (t<sub>i</sub>, t<sub>m</sub> y t<sub>f</sub>) letras diferentes indican diferencias significativas.</i>	193
III.22. <i>Valor P obtenido en el test ANOVA y en el test de comparación de medias aplicados al factor pienso a tiempo inicial, día 30, (t<sub>i</sub>), tiempo medio, día 115, (t<sub>m</sub>) y tiempo final, día 205, (t<sub>f</sub>), para la variable peso en g (p) y para la longitud total en cm (Lt). Se expresa la media (M) para los piensos P, T, y A. Se indican los distintos niveles de significación con diferentes símbolos, del siguiente modo: α ≤ 0,05,*; α ≤ 0,01, **; α ≤ 0,001, ***; n.s. = no significativo. En cada uno de los tiempos, letras diferentes indican diferencias significativas.</i>	194
III.23. <i>Supervivencia en cada uno de los tanques a día 30 y a día 205 de la experiencia. Se expresa para cada tanque el tipo de pienso utilizado, el número inicial de individuos (N) y el porcentaje de supervivencia a los 30 días (final de la fase de adaptación) y a los 205 días (final de la experiencia).</i>	195
III.24. <i>Resumen de los resultados de crecimiento y supervivencia registrados en las experiencias 1, 2, 3 y 4. Se aportan: peso medio inicial, peso medio final y porcentaje de supervivencia durante la fase experimental valores necesarios para calcular CPB (Crecimiento Ponderal Bruto), así como el valor de G (tasa de crecimiento específico) y la duración del período experimental.</i>	199
A.I. <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% betaina en el interior y C pienso comercial el cual ya incorpora un coating graso realizado en el proceso de fabricación comercial.</i>	231
A.II. <i>Composición porcentual de macronutrientes (% s.m.s.) y aporte de energía bruta (en KJ g<sup>-1</sup>) de las materias primas utilizadas en los piensos experimentales.</i>	233
A.III. <i>Composición de los correctores o premix vitamínico y mineral formulado por Roche para rodaballo y utilizado en todos los piensos experimentales del presente trabajo.</i>	233

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1.1. <i>Posición sistemática de la familia Soleidae (SOSTOA, 1990)</i>	7
1.2. <i>Evolución de la oferta y el precio de lenguado en el Mercado Central de Pescado de Barcelona (MERCABARNA). El precio se expresa deflactado a pesetas de enero de 2000.</i>	13
1.3. <i>Distribución de la oferta de lenguado en MERCABARNA, separada por orígenes, en el período 1990-99.</i>	14
1.4. <i>Curva de demanda construida con los volúmenes y precios mensuales de lenguado en MERCABARNA desde 1990 hasta 1999. Se representan con un símbolo diferenciado los puntos correspondientes a los meses de diciembre.</i>	16
1.5. <i>Longitudes relativas de las diferentes partes del tracto alimentario en las diferentes familias de Pleuronectiformes. Se incluyen especies de cada familia de las que componen el Orden: Citáridos: 1; Escoftálmidos: 2, 3; Bótidos: 4, 5; Pleuronéctidos: 6, 7; Cinoglósidos: 8, 9; Soleidos: 10, 11 (a partir de DE GROOT, 1971)</i>	25
1.6. <i>Evolución en la identificación de nuevas sustancias aromáticas desde la década de los 60 hasta la actualidad (KUENTZEL &amp; BAHRI, 1991)</i>	45
2.1. <i>Diagrama de dispersión de los valores de I.a. para las tres fases. La primera fase (IF1), observación lejana, se expresa en el eje de abcisas y la segunda, orientación próxima e iniciación de la ingesta (IF2), en el eje de ordenadas. La tercera (continuación de la ingesta) se expresa en el gráfico como variable categórica considerando que los valores de I.a. inferiores a 0,25 se nombran con la letra 'd', los valores entre 0,25 y 0,49 con la letra 'c', los valores entre 0,5 y 0,749 con la letra 'b' y los valores entre 0,75 y 1 con la 'a'.</i>	93
2.2. <i>Índice de aceptación (I.a.) obtenido en cada una de las fases de la secuencia alimentaria considerando todos los piensos. Siendo O.l. fase de orientación lejana, O.p.+i. fase de orientación próxima e iniciación de la ingesta y C.i. fase de continuación de la ingesta. En la barra de error se muestra el error standard de la media.</i>	95
2.3. <i>Índice de aceptación (I.a.) medio y error standard obtenido por cada uno de los piensos en cada una de las fases de la secuencia alimentaria. Siendo O.l. fase de orientación lejana, O.p.+i. fase de orientación próxima e iniciación de la ingesta y C.i. fase de continuación de la ingesta. La primera letra del pienso (en mayúsculas) indica el tratamiento interno, mientras que la segunda (en minúsculas) el externo, siendo A/a, aroma comercial, B betaína, O/o ninguno y C control externo.</i>	95
2.4. <i>Índice de aceptación (I.a.) medio y error standard obtenido en las dos administraciones. Siendo O.l. fase de orientación lejana, O.p.+i. fase de orientación próxima e iniciación de la ingesta y C.i. fase de</i>	98

	<i>continuación de la ingesta.</i>	
2.5.	<i>Índice de aceptación global (I.a.g.) medio y error standard obtenido en las dos administraciones por cada uno de los piensos. Siendo la primera letra, en mayúscula, el tratamiento interno (A aroma, B betaína, C control comercial, O ninguno) y la segunda letra, en minúscula, el tratamiento externo (a aroma, o ninguno).</i>	100
2.6.	<i>Índice de aceptación (I.a.) medio y error standard obtenido por las dos clases de peso individual (peces grandes, peces pequeños) en cada una de las fases de la secuencia alimentaria (O.l., O.p.+i., C.i.) considerando todos los piensos.</i>	103
2.7.	<i>Índice de aceptación (I.a.) medio y error standard obtenido por las dos clases de peso individual (peces grandes, peces pequeños) en cada una de las fases de la secuencia alimentaria (O.l., O.p.+i., C.i.) y en cada una de las dos administraciones de alimento (1 y 2) considerando todos los piensos.</i>	103
2.8.	<i>Índice de aceptación global (I.a.g.) obtenido por cada pienso en las dos clases de peso individual (peces grandes, peces pequeños) y en cada una de las administraciones de alimento (1 y 2).</i>	107
2.9.	<i>Índice de aceptación (I.a.) obtenido por cada pienso en las dos clases de peso individual (peces grandes, peces pequeños), en cada fase de la secuencia alimentaria (O.l., O.p.+i., C.i.) y en cada una de las administraciones de alimento (1 y 2). La letra mayúscula indica el tratamiento aplicado en el interior, mientras que la letra minúscula indica el tratamiento exterior, siendo A aroma, B betaína, O ninguno y C pienso comercial que incluye betaína y aminoácidos en proporciones desconocidas.</i>	108
3.1.	<i>Pesos medios según sexos y edad, observados por RAMOS (1982) en la costa de Castellón, en ejemplares de <i>S. solea</i>, y por GARCIA-FRANQUESA (1996) en el Delta de l'Ebre, en <i>S. senegalensis</i>.</i>	136
3.2.	<i>Pesos medios, observados por MORINIÈRE (1983) en la Bretaña Occidental, en ejemplares de <i>Solea solea</i>, en condiciones de cultivo intensivo y agua no termorregulada, y en condiciones de extensivo.</i>	136
3.3.	<i>Relación entre tasa de crecimiento en longitud y temperatura para juveniles de lenguado calculada a partir de los datos de IRVIN (1973) y FONDS (1975). Para los datos de IRVIN se muestra también la regresión de la tasa de crecimiento en función de la temperatura para temperaturas entre 11 y 19°C (línea de puntos) (HOWELL, 1997).</i>	138
3.4.	<i>Crecimiento esperado según GUINEA (1989) para lenguados a partir de 0,2 g de peso inicial a 15, 20 y 25°C constantes.</i>	139
3.5.	<i>Supervivencia a lo largo del período experimental en cada uno de los tanques, expresada en número de individuos. La flecha indica el final de la fase de adaptación. Se expresa con el mismo tipo de viñeta los dos tanques que consumen el mismo tipo de pienso. Los tanques 1 y 4 consumen pienso A, los 2 y 5 pienso B y los 3 y 6 pienso C.</i>	160
3.6.	<i>Distribución de los pesos individuales a día 1 y 54 de la experiencia</i>	161

	<i>para cada uno de los piensos.</i>	
3.7.	<i>Distribución de los pesos individuales a día 1 y 58 de la experiencia para cada pareja de piensos.</i>	170
3.8.	<i>Distribución de los pesos individuales en el muestreo inicial de la experiencia.</i>	175
3.9.	<i>Distribución de los pesos individuales en los muestreos realizados a día 17 de julio, 20 de octubre y 5 de diciembre.</i>	175
3.10.	<i>Evolución del valor promedio de longitud total registrada en los peces que han consumido los diferentes piensos. Los resultados se muestran al inicio de la experiencia (<math>t_i</math>), a la mitad de la misma (<math>t_m</math>) y al final de la experiencia (<math>t_f</math>).</i>	185
3.11.	<i>Evolución de la supervivencia durante el periodo de adaptación. Se expresa en cada caso el número de tanque y el pienso consumido, siendo P pienso con pepsina, T pienso con tripsina, P+T pienso con pepsina y tripsina y A fórmula base.</i>	187
3.12.	<i>Supervivencia (en %) para los lotes de cabezas y colas en la fase experimental (día 57-215) y en el conjunto del periodo (día 1-215). Siendo P pienso con pepsina, T pienso con tripsina, P+T pienso con pepsina y tripsina y A fórmula base</i>	189
3.13.	<i>Distribución de pesos en los tanques pertenecientes al grupo de <u>cabezas</u> al final de la experiencia (día 215). P: pienso con pepsina, T: pienso con tripsina, P+T: pienso con pepsina y tripsina y A: fórmula base.</i>	190
3.14.	<i>Distribución de pesos en los tanques pertenecientes al grupo de <u>colas</u> al final de la experiencia (día 215). P: pienso con pepsina, T: pienso con tripsina, P+T: pienso con pepsina y tripsina y A: fórmula base.</i>	190
3.15.	<i>Evolución del peso medio individual (g) en cada uno de los tanques experimentales; se expresa en cada caso el número de tanque y el pienso consumido, siendo P pienso suplementado con pepsina, T pienso suplementado con tripsina y A fórmula base</i>	191
3.16.	<i>Evolución de la supervivencia durante el periodo de adaptación. Se expresa en cada caso el número de tanque y el pienso consumido, siendo P pienso con pepsina, T pienso con tripsina y A fórmula base.</i>	195
3.17.	<i>Distribución de los pesos individuales en el muestreo inicial de la experiencia (día 30) siendo P fórmula base+pepsina, T, fórmula base+tripsina y A fórmula base.</i>	196
3.18.	<i>Distribución de los pesos individuales en el muestreo final de la experiencia (día 205).</i>	196
3.19.	<i>Evolución del peso medio en cada uno de los tres lotes utilizados en las experiencias en relación con su edad. El Lote denominado 0 es el utilizado en las experiencias 1, 2 y 3. Los lotes 1 y 2 son los utilizados en la experiencia 4.</i>	209

## *Lista de Figuras*

---

3.20.	<i>Evolución del porcentaje de supervivencia desde el final del destete en cada uno de los tres lotes utilizados en las experiencias. El Lote denominado 0 es el utilizado en las experiencias 1, 2 y 3. Los lotes 1 y 2 son los utilizados en la experiencia 4.</i>	213
A.1.	<i>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 betaína y O fórmula base. Se expresa el valor de la media sobre cada columna.</i>	237
A.2.	<i>Tiempo de rotura de las partículas de 2 mm.</i>	237
A.3.	<i>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.</i>	237
A.4.	<i>Tiempo de desintegración de las partículas de 2,5 mm.</i>	238
A.5.	<i>Tiempo de desintegración de las partículas de &gt;2 mm.</i>	238
A.6.	<i>Tiempo de desintegración de las partículas de 1-2 mm.</i>	238
A.7.	<i>Velocidad de caída de las partículas de 2,5 mm.</i>	239
A.8.	<i>Velocidad de caída de las partículas de &gt;2 mm.</i>	239
A.9.	<i>Velocidad de caída de las partículas de 1-2 mm.</i>	239

