

# IRTA

RECERCA | TECNOLOGIA

AGROALIMENTÀRIES

## Cultivo larvario y requerimientos en ácidos grasos de dos nuevas especies para la acuicultura en Cataluña: el dentón *Dentex dentex* y el lenguado senegalés *Solea senegalensis*

PRESENTADO POR

Alicia Estévez, Gemma Giménez, Mireia Villalta

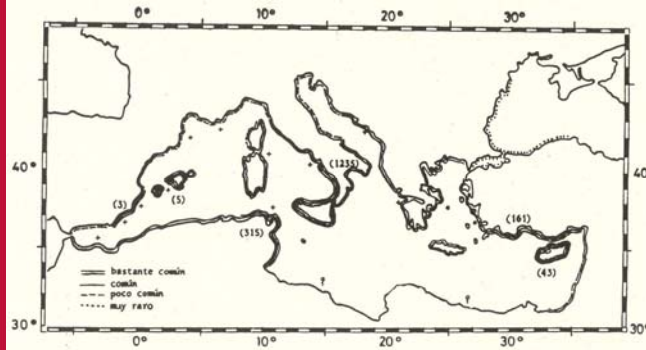
IRTASant Carles, Febrero 2008



# EL DENTON



## Distribución y características



Especie autóctona

Costera, 15 – 50 m (hasta 200 m)

Fondos rocosos o de fanerógamas

Carnívoro estricto, solitario y territorial

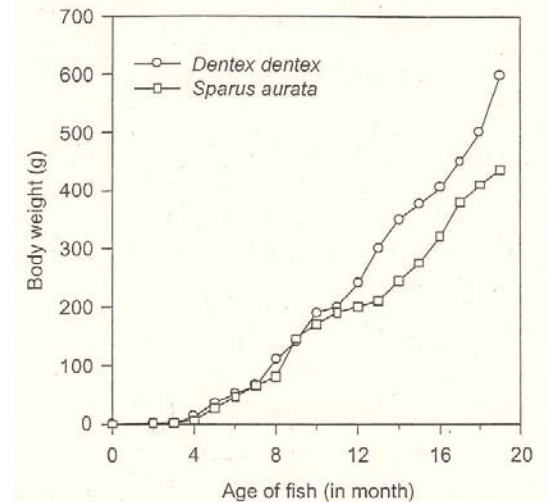
Ramos & Bayle, 1991; Morales-Nin & Moranta, 1997

Especie de biología conocida

Alto valor económico

Fácil obtención de puestas

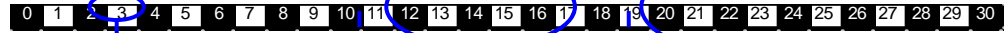
Alta tasa de crecimiento



# EL DENTON



## Desarrollo larvario



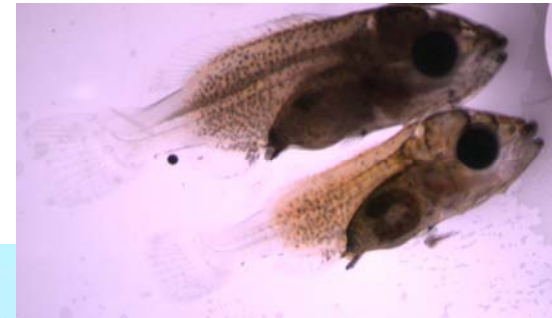
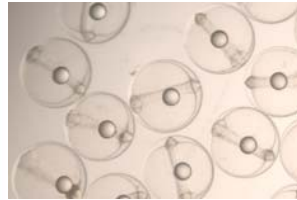
Apertura de la boca  
Comienza alimentación exógena

Completa absorción de las  
reservas vitelinas

Formación de la vejiga natatoria

Completa la  
formación del ojo

Metamorfosis (hasta el día 40)  
Desarrollo del timo



# EL DENTON



Giménez, G et al. 2006. Egg quality criteria in common dentex (*Dentex dentex*). *Aquaculture* (2006) 260: 232 – 243.

Lahnsteiner, F. et al. 2008. Egg quality determination based on the shape of the lipid vesicle in common dentex, *Dentex dentex*. *Aquaculture Research*. En prensa

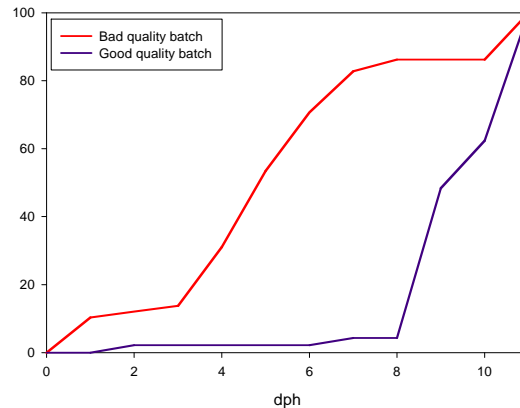
Borrell, Y.J. et al. 2008. Tracking the spawning season in common dentex (*Dentex dentex*) broodstocks using microsatellites. *Aquaculture Research* (enviada)

## Calidad de la puesta



2004, 2005 y 2006

DATOS		MUESTRAS ANALÍTICA	
Volumen puesta	Flotante No flotante	Genética	Flotante No flotante (2006)
Peso huevo	Húmedo Seco →% agua	Lípidos	Acidos grasos Clases de lípidos Vitamina C
Mortalidad larvas en ayuno	Diaria	Enzimas	8
		Metabolitos	8 carbohidratos Acido siálico ATP



## EL DENTON



Giménez, G et al. 2006. Egg quality criteria in common denton (*Dentex dentex*). *Aquaculture* (2006) 260: 232 – 243.

Lahnsteiner, F. et al. 2008. Egg quality determination based on the shape of the lipid vesicle in common denton, *Dentex dentex*. *Aquaculture Research*. En prensa

Borrell, Y.J. et al. 2008. Tracking the spawning season in common denton (*Dentex dentex*) broodstocks using microsatellites. *Aquaculture Research* (enviada)

## Calidad de la puesta

	Tanque 1			Tanque 2		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Huevos flotantes (ml)	20	3 520	14 150	940	4 140	8 925
Huevos no flotantes (ml)	60	1 890	4 385	745	3 120	6 310
Puesta total (ml)	80	5 410	18 535	1 685	7 260	15 235
Flotantes/No flotantes	0.33	1.86	3.23	1.26	1.33	1.41
Días de puesta (num.)	1	66	105	12	74	113
Peso humedo (mg)		511.6 ± 70.3	530.2 ± 65.5		508.0 ± 32.8 <sup>b</sup>	543.9 ± 62.3 <sup>a</sup>
Peso seco (mg)		44.2 ± 2.9 <sup>b</sup>	47.9 ± 5.5 <sup>a</sup>		44.4 ± 2.4 <sup>b</sup>	48.2 ± 4.4 <sup>a</sup>
% agua		91.2 ± 0.9	90.8 ± 1.7		91.2 ± 0.9	91.0 ± 1.1
		<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	
Eclósión (%)		92.6 ± 9.2	78.5 ± 17.7	85.3 ± 18.2	65.7 ± 32.0	
Máxima (%)		100	100	100	100	
Mínima (%)		57.3	2.1	24.2	0	
Mortalidad a los 3 días (%)		21.2 ± 15.9	70.0 ± 27.3	19.0 ± 15.0	72.9 ± 31.8	
Mortalidad < 80%		2	16	1	13	
Mortalidad > 80%		-	28	0	36	
Mortalidad a los 5 días (%)		29.6 ± 20.8	74.3 ± 24.3	26.0 ± 17.6	78.2 ± 27.0	
Mortalidad < 80%		3	19	3	10	
Mortalidad > 80%		1	32	-	40	
Edad máxima		12	12	13	10	
Edad mínima		9	1	8	-1	

# EL DENTON

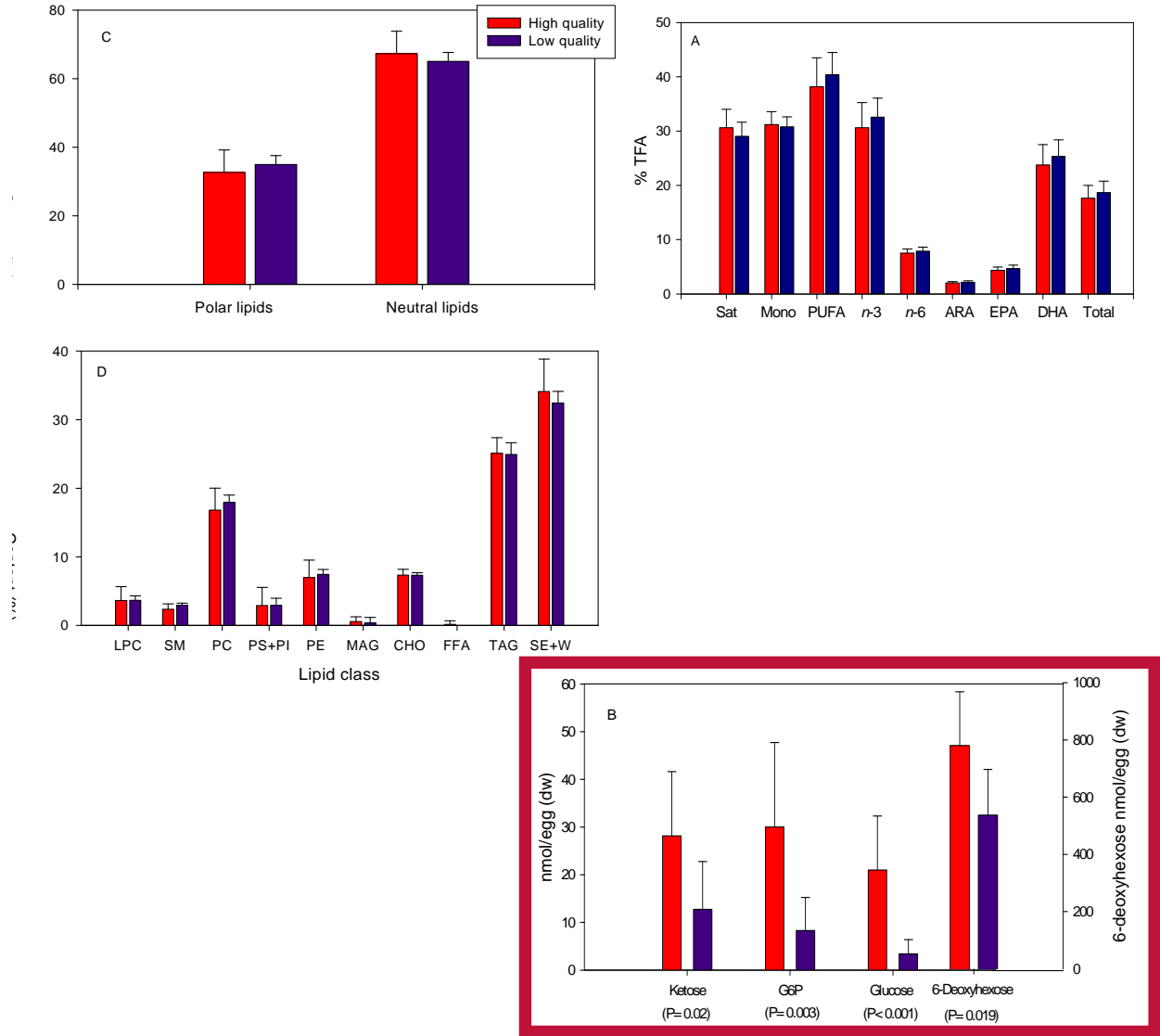


Giménez, G et al. 2006. Egg quality criteria in common denton (*Dentex dentex*). *Aquaculture* (2006) 260: 232 – 243.

Lahnsteiner, F. et al. 2008. Egg quality determination based on the shape of the lipid vesicle in common denton, *Dentex dentex*. *Aquaculture Research*. En prensa

Borrell, Y.J. et al. 2008. Tracking the spawning season in common denton (*Dentex dentex*) broodstocks using microsatellites. *Aquaculture Research* (enviada)

## Calidad de la puesta



# EL DENTON

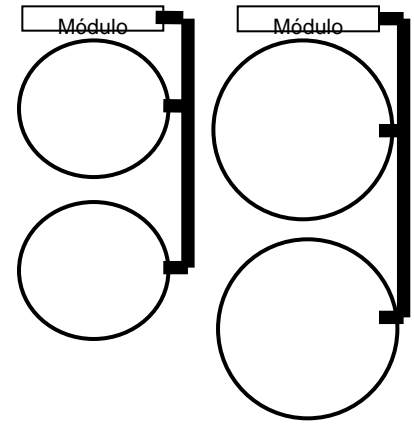


Giménez, G. & Estévez, A. 2008. Effect of larval and prey density, prey dose and light conditions on first feeding common dentex (*Dentex dentex* L.) larvae. *Aquaculture Research*, 39 (1): 77 - 84

Giménez, G. & Estévez, A. 2008. Effects of two culturing techniques on the growth, survival and larval quality of *Dentex dentex* Linnaeus, 1758. *Aquaculture Research*. En prensa

## Zootecnia larvária (1 tipo de cultivo)

	Intensivo	Mesocosmos
Densidad inicial de larvas (larvas/litro)	<b>47.5</b>	<b>3.5</b>
Temperatura (°C)	20.2 ± 1.3	20.7 ± 1.5
Oxígeno (mg/litro)	6.55 ± 1.85	7.85 ± 1.05
Salinidad (g/litro)	33.9 ± 2.2	34.2 ± 1.4
pH	7.8 0.2	7.9 0.2
Amonio (mg/litro; valor max)	0.42	0.44
Nitritos (mg/litro; valor max)	ND	ND



- Brachionus* spp. (mesocosmos)
- Brachionus rotundiformis* (intensivo)
- Brachionus plicatilis* (intensivo)
- Artemia* spp.
- Pienso

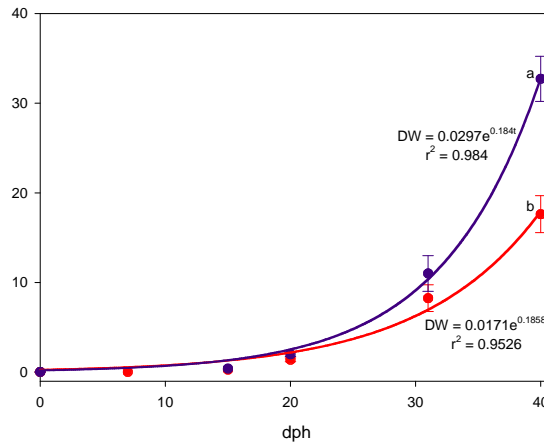
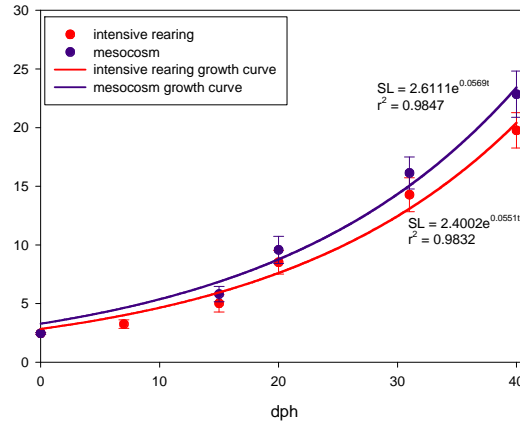
# EL DENTON



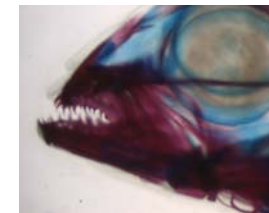
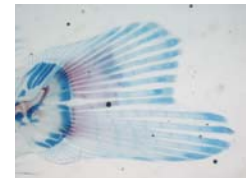
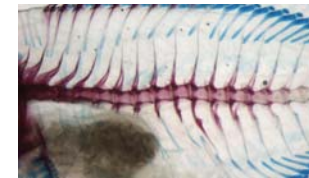
Giménez, G. & Estévez, A. 2008. Effect of larval and prey density, prey dose and light conditions on first feeding common dentex (*Dentex dentex* L.) larvae. *Aquaculture Research*, 39 (1): 77 - 84

Giménez, G. & Estévez, A. 2008. Effects of two culturing techniques on the growth, survival and larval quality of *Dentex dentex* Linnaeus, 1758. *Aquaculture Research*. En prensa

## Zootecnia larvária (1 tipo de cultivo)



	Intensivo	Mesocosmos
Supervivencia (40 dies)	1.58 <sup>b</sup>	6.58 <sup>a</sup>
Total deformes	82.5 <sup>b</sup>	45 <sup>a</sup>
Columna vertebral	52.5 <sup>b</sup>	25 <sup>a</sup>
Complejo caudal	27.5 <sup>b</sup>	12.5 <sup>a</sup>
Mandíbula	27.5 <sup>b</sup>	10 <sup>a</sup>
Aleta anal	17.5 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>
Operculo	7.5	7.5
Aleta caudal	5	10
Aleta dorsal	5	0
Cálculos urinarios	12.5	20



## EL DENTON



Giménez, G. & Estévez, A. 2008. Effect of larval and prey density, prey dose and light conditions on first feeding common denton (*Dentex dentex* L.) larvae. *Aquaculture Research*, 39 (1): 77 - 84

Giménez, G. & Estévez, A. 2008. Effects of two culturing techniques on the growth, survival and larval quality of *Dentex dentex* Linnaeus, 1758. *Aquaculture Research*. En prensa

## Zootecnia larvaria (2 cultivo intensivo)

16hL:8hO, 3.7  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 1 dosis

Exp.	Código	Rots/ml	Larvas/l	Rots/larva	Supervivencia
1	0.10	0	10	0	0 <sup>b</sup>
	0.20		20	0	0 <sup>b</sup>
	5.10	5	10	500	3.5 ± 0.2 <sup>b</sup>
	5.20		20	250	3.9 ± 0.1 <sup>b</sup>
	10.10	10	10	1000	39.2 ± 2.8 <sup>a</sup>
	10.20		20	500	29.8 ± 3.3 <sup>a</sup>
2	10.10	10	10	1000	6.7 ± 5.1 <sup>ab</sup>
	10.20		20	500	2.1 ± 0.2 <sup>ab</sup>
	15.10	15	10	1500	2.9 ± 3.2 <sup>ab</sup>
	15.20		20	750	2.6 ± 2.7 <sup>ab</sup>
	20.10	20	10	2000	0 <sup>b</sup>
	20.20	20	20	1000	8.8 ± 5.8 <sup>a</sup>
3	10.10	10	10	1000	7.1 ± 4.1
	10.20		20	500	6.2 ± 0.6
	15.15	15	15	1000	6.3 ± 0.6
	15.30		30	500	9.7 ± 4.8
	20.20	20	20	1000	5.8 ± 2.4
	20.40		40	500	7.7 ± 0.4

## EL DENTON



Giménez, G. & Estévez, A. 2008. Effect of larval and prey density, prey dose and light conditions on first feeding common denton (*Dentex dentex* L.) larvae. *Aquaculture Research*, 39 (1): 77 - 84

Giménez, G. & Estévez, A. 2008. Effects of two culturing techniques on the growth, survival and larval quality of *Dentex dentex* Linnaeus, 1758. *Aquaculture Research*. En prensa

## Zootecnia larvária (2 cultivo intensivo)

16hL:8hO, 3.7  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 10 rotíferos  $\text{ml}^{-1}$

Exp.	Código	Larvas/l	Rots/larva	Dosis	Supervivencia
4	10.20.1	20	500	1	7.8 ± 3.6
	10.20.2			2	11.6 ± 6.4
5	10.20.2	20	500	2	30.3 ± 5.7 <sup>a</sup>
	10.20.3			3	12.2 ± 7.0 <sup>b</sup>
	10.40.2	40	250	2	32.5 ± 18.8 <sup>ab</sup>
				3	16.1 ± 4.4 <sup>ab</sup>

10 larvas  $\text{l}^{-1}$ , 10 rotíferos  $\text{ml}^{-1}$ , 1000 rotifers  $\text{larva}^{-1}$ , 1 dosis

Exp.	Intensidad luz	Fotoperiodo	Supervivencia
6	0	16hL:8hO	0 <sup>b</sup>
	1.4		2.2 ± 0.4 <sup>b</sup>
	3.4		31.6 ± 4.0 <sup>a</sup>
	5.4		30.9 ± 10.4 <sup>a</sup>
7	3.4	16hL:8hO	9.7 ± 2.1 <sup>b</sup>
		20hL:4hO	14.8 ± 5.2 <sup>ab</sup>
		24hL:0hO	43.6 ± 7.0 <sup>a</sup>

## CONCLUSIONES CULTIVO INTENSIVO

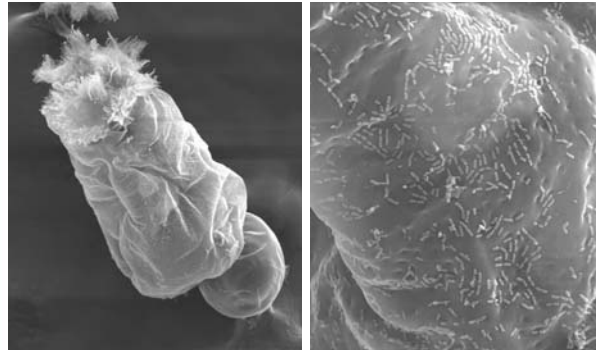
10-40 larvas  $\text{l}^{-1}$ ,  $\geq 10$  rotifers  $\text{ml}^{-1}$ , 500 – 1000 rotíferos  $\text{larva}^{-1}$  nunca  $\geq 2000$ , 1 – 2 dosis al día nunca  $> 2$ , 24hL:0hO, mínimo 16hL:8hO,  $\geq 3.4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

## EL DENTON



Giménez, G.; Padrós, F.; Roque, A.; Estévez, A. & Furones, D.2006. Bacterial load reduction of live prey for fish larval feeding using Ox-Aquaculture®. *Aquaculture Research* 37: 1130 – 1139.

## Zootecnia larvaria (desinfección presas vivas)



Tanques de 500 l, alimentados con 10 rots /ml al día (5 x 10<sup>6</sup> rots/tanque día)

9 x 10<sup>9</sup> – 3.8 x 10<sup>10</sup> (Skjermo & Vadstein, 1993)

1.9 x 10<sup>9</sup> – 3.8 x 10<sup>10</sup> heterotrofas totales

4.7 x 10<sup>9</sup> – 4.05 x 10<sup>10</sup> *Vibrionaceae* (Hameed & Balasubramanian, 2000)

5 x 10<sup>11</sup> (Dhert et al., 2001)

### ROTÍFERO

-*Brachionus plicatilis* (S1)

-200/ml.

-Agua del cultivo

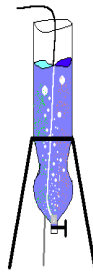
### ARTEMIA

-*Artemia salina*

-Quistes no descapsulados

-250/ml.

-Agua limpia, filtrada a 1µm



Botellas de 1,5 l.

Aireación y luz constantes

Cada tratamiento por triplicado

### EXPERIMENTO      OBJETIVO

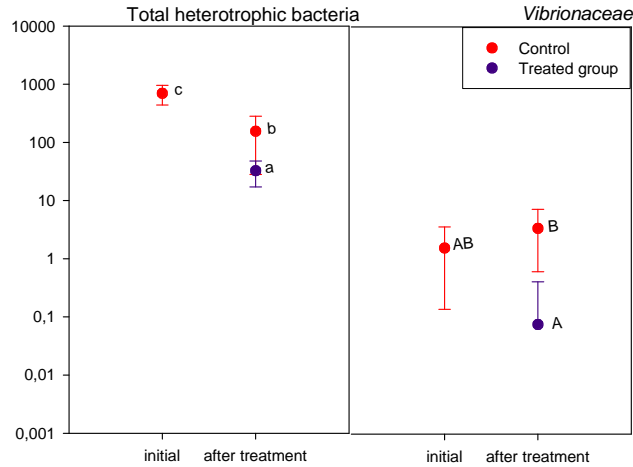
1	Supervivencia de las presas vivas
2	Reducción de la carga bacteriana
3	Ajustar el tiempo de exposición para el rotífero
4	Efectividad del tratamiento
5	Efectos del tratamiento sobre el enriquecimiento en AG

# EL DENTON



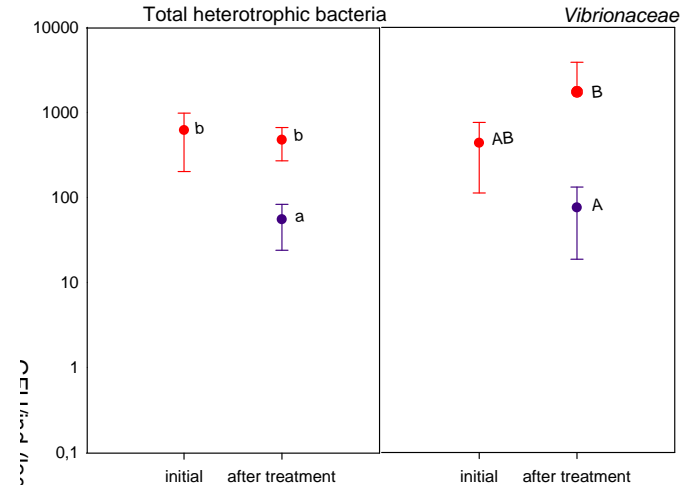
Giménez, G.; Padrós, F.; Roque, A.; Estévez, A. & Furones, D.2006. Bacterial load reduction of live prey for fish larval feeding using Ox-Aquaculture®. *Aquaculture Research* 37: 1130 – 1139.

## Zootecnia larvária (desinfección presas vivas)



Rotífero: 40 ppm x 15 min

**Artemia: 8000 ppm x 5 min**

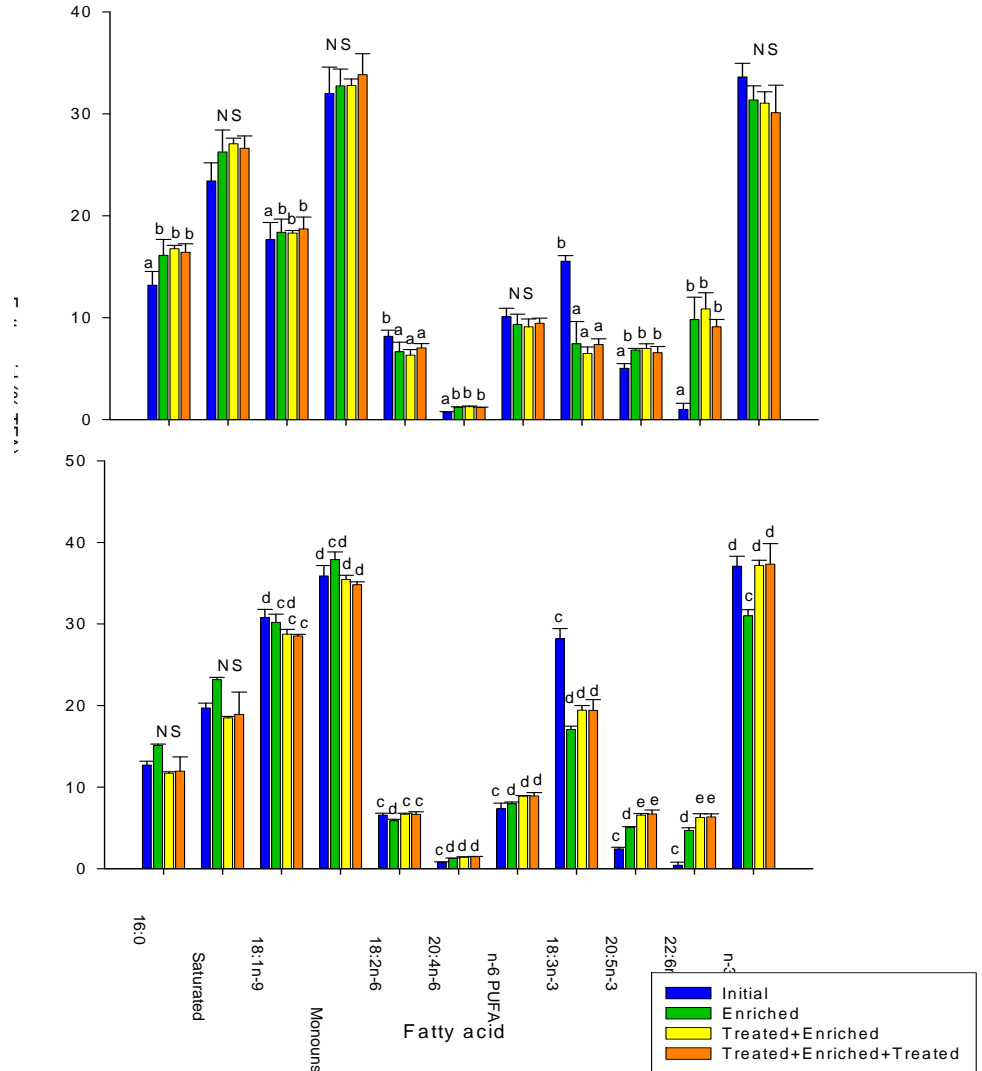


# EL DENTON



Giménez, G.; Padrós, F.; Roque, A.; Estévez, A. & Furones, D. 2006. Bacterial load reduction of live prey for fish larval feeding using Ox-Aquaculture®. *Aquaculture Research* 37: 1130 – 1139.

## Zootecnia larvária (desinfecção presas vivas)



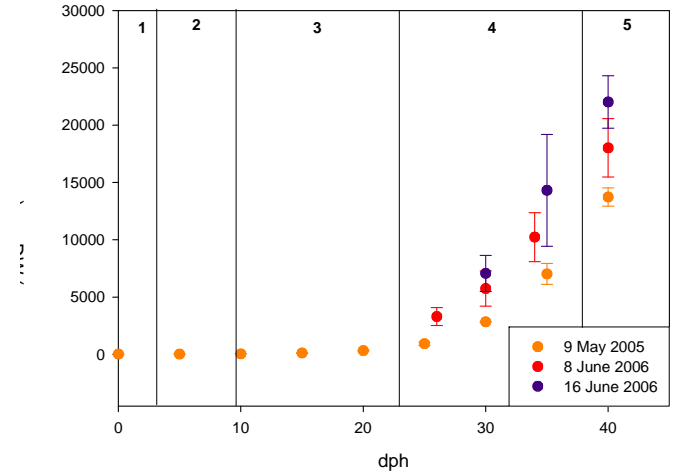
# EL DENTON



Giménez, G.; Estévez, A.; Bell, J. G. & Henderson, R. J. 2008. Lipid class and fatty acid composition of common dentex (*Dentex dentex* Linnaeus 1758) eggs and cultured larvae from 0 to 40 days. *Aquaculture Nutrition*. En prensa.

## Zootecnia larvaria (composición larvas 0-40 dph)

Día	Estadio ( <i>Santamaría, 2001</i> )
-2	0 (Huevo)
-1	
0	1 (Alimentación endógena)
1	
3	
5	2 (Inicio alimentación exógena)
12	3 (Premetamorfosis)
15	
20	
26	4 (Metamorfosis)
30	
35	
40	5 (Juvenil)



### Estadio 2 (3 – 10 días)

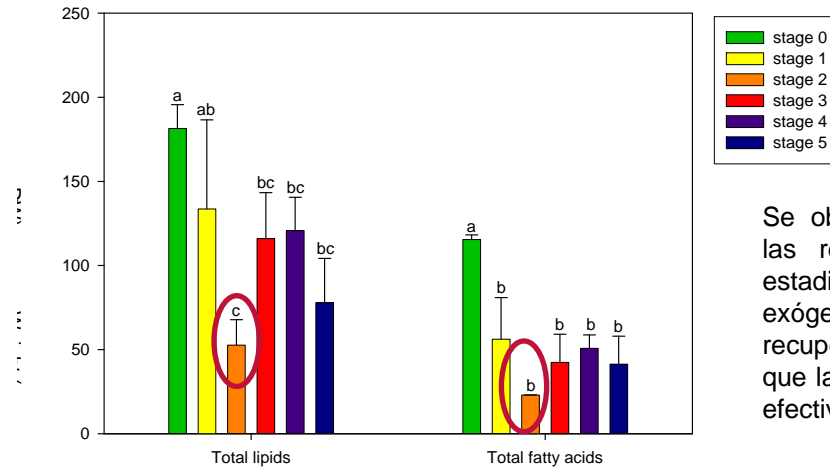
	Alimentadas	En ayuno
<b>SFA</b>	31.9 ± 1.5	31.4 ± 1.9
<b>MUFA</b>	26.7 ± 2.0	28.3 ± 4.1
<b>20:4n-6</b>	2.4 ± 0.6	2.7 ± 0.4
<b>n-6</b>	8.7 ± 1.0	8.0 ± 0.6
<b>20:5n-3</b>	<b>4.6 ± 0.9<sup>a</sup></b>	<b>2.7 ± 0.2<sup>b</sup></b>
<b>22:6n-3</b>	<b>24.2 ± 1.8</b>	<b>27.7 ± 3.7</b>
<b>n-3</b>	32.6 ± 0.8	32.3 ± 3.4
<b>PUFA</b>	41.3 ± 1.2	40.4 ± 3.6
<b>Lípidos (mg g<sup>-1</sup> DW)</b>	<b>52.6 ± 15.2</b>	<b>78.3 ± 36.5</b>
<b>AG (mg g<sup>-1</sup> DW)</b>	<b>23.0 ± 0.0</b>	<b>54.7 ± 27.3</b>

# EL DENTON



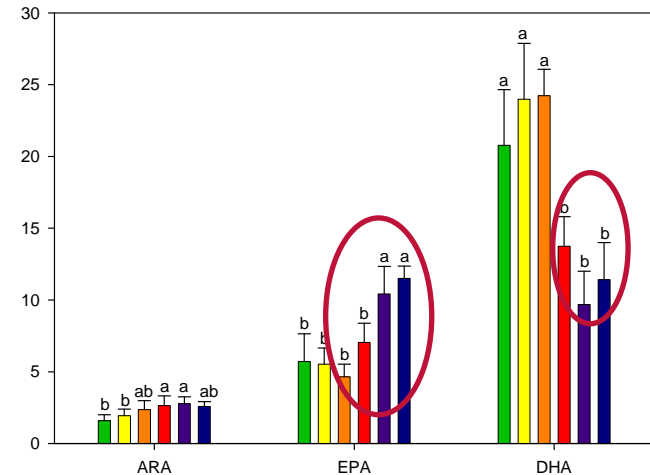
Giménez, G.; Estévez, A.; Bell, J. G. & Henderson, R. J. 2008. Lipid class and fatty acid composition of common dentex (*Dentex dentex* Linnaeus 1758) eggs and cultured larvae from 0 to 40 days. *Aquaculture Nutrition*. En prensa.

## Zootecnia larvaria (composición larvas 0-40 dph)

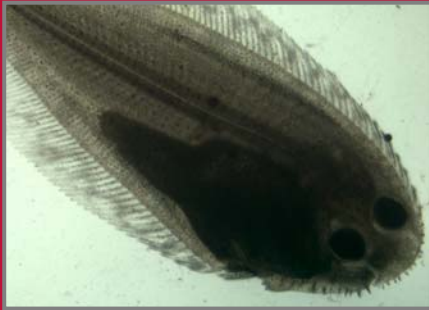


Se observa una disminución de las reservas de lípidos en el estadio 2 (inicio alimentación exógena) debida al ayuno y una recuperación posterior una vez que la larva se alimenta de forma efectiva

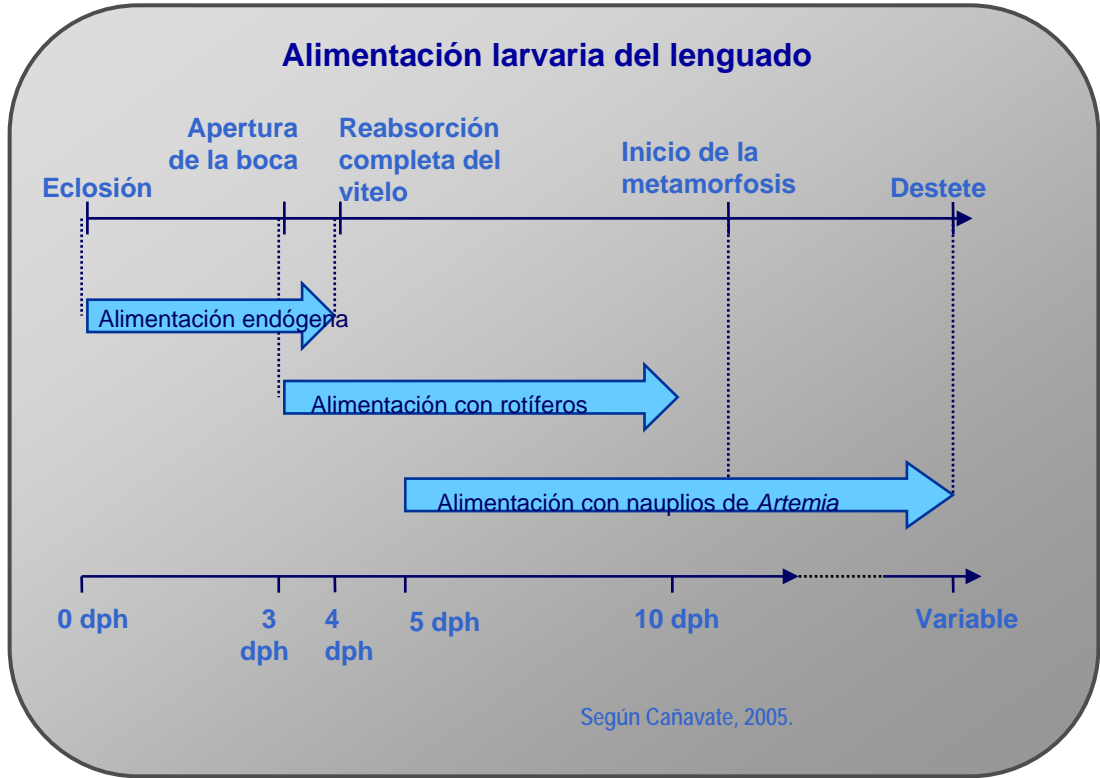
No hay cambios en cuanto al araquidónico (ARA) a lo largo del desarrollo, el eicosapentanoico (EPA) aumenta tras la metamorfosis (probablemente debido a la *Artemia*) a la vez que el docosahexanoico (DHA) disminuye



# EL LENGUADO



## Zootecnia larvaria en cultivo intensivo



### Problemática

Déficit natural en las presas vivas de nutrientes esenciales



**ENRIQUECIMIENTO**

### Tendencia

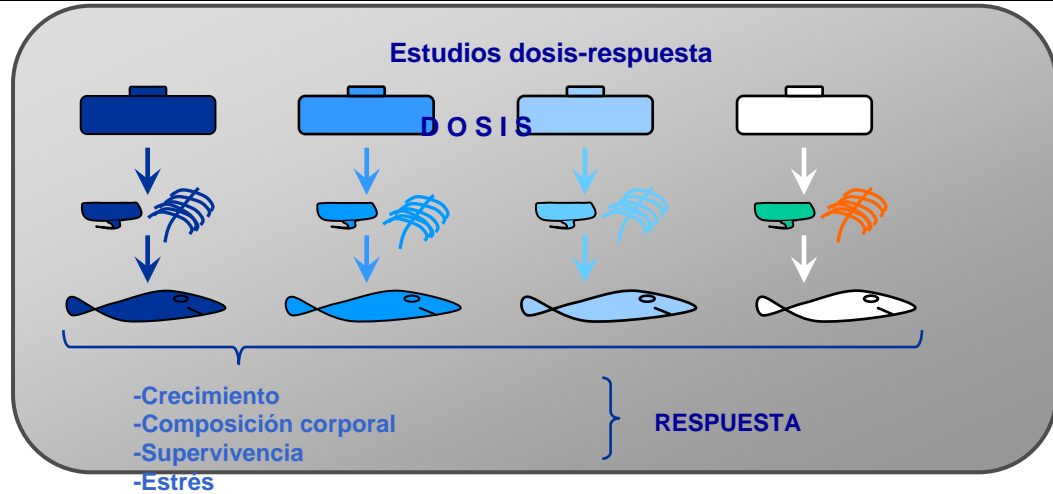
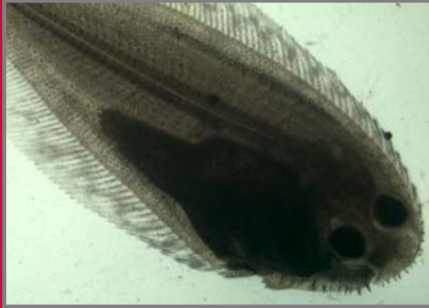
↓ Coste alimentario



Sustituir presas vivas por dietas inertes  
Disminuir la cantidad de presas vivas usadas

# Requerimientos en ácidos grasos. 1. Araquidónico (ARA)

## EL LENGUADO



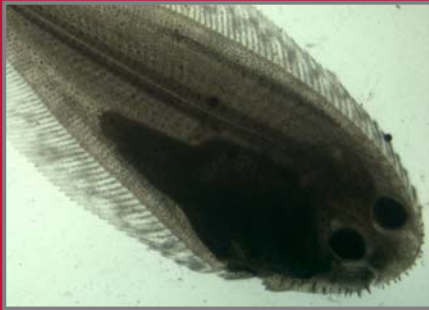
Villalta, M., Estévez, A., Bransden, M.P. 2005. Arachidonic acid enriched live prey induces albinism in Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae. *Aquaculture*, 245: 193-209

	DHA-Protein Selco	ARA-L	ARA-M	ARA-H
<b>Total FA mg g<sup>-1</sup> DW</b>	100.9±15.3	283.3±24.8	331.07±35.1	265.3±31.0
<b>Total Saturated</b>	43.7±1.0	24.9±2.3	27.5±1.1	28.9±0.9
<b>Total Monounsaturated</b>	24.3±0.2	49.5±0.5	38.8±1.2	28.6±0.9
<b>20:4n-6</b>	<b>0.9±0.1</b>	<b>0.2±0.0</b>	<b>7.9±0.2</b>	<b>14.8±0.2</b>
<b>Total n-6 PUFA</b>	10.3±0.5	4.6±0.2	13.6±0.1	21.1±0.2
20:5n-3	4.6±0.3	<b>0.2±0.0</b>	<b>0.4±0.1</b>	<b>0.7±0.0</b>
22:5n-3	0.9±0.0	0.1±0.0	0.2±0.0	0.6±0.1
22:6n-3	14.7±0.8	<b>20.2±0.3</b>	<b>19.1±0.8</b>	<b>19.2±0.7</b>
<b>Total n-3 PUFA</b>	21.7±0.5	21.0±0.5	20.1±0.7	21.5±0.5
<b>DHA/EPA</b>	3.2±0.0	101.0±1.5	47.8±8.0	27.4±4.0
<b>ARA/DHA</b>	0.06±0.0	0.01±0.0	0.4±0.0	0.8±0.5
<b>ARA/EPA</b>	0.2±0.0	1.0±0.0	19.8±3.5	21.1±0.3

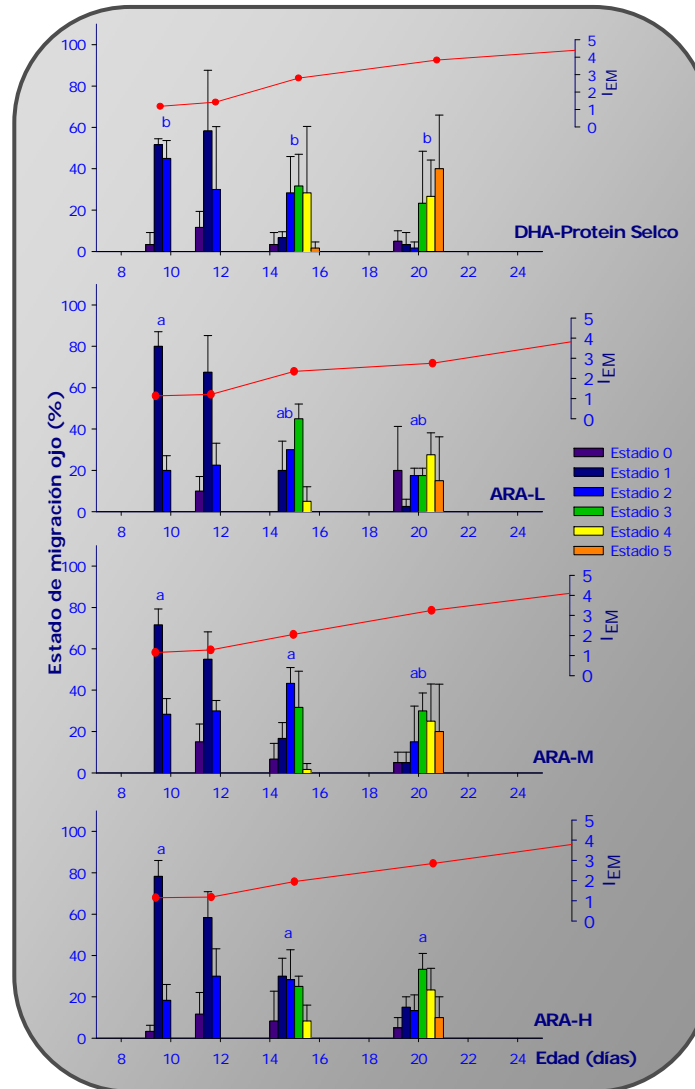
Composición de metanauplios de *Artemia* enriquecidos con las emulsiones experimentales

# Requerimientos en ácidos grasos. 1. Araquidónico (ARA)

## EL LENGUADO



Villalta, M., Estévez, A., Bransden, M.P. 2005. Arachidonic acid enriched live prey induces albinism in Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae. *Aquaculture*, 245: 193-209



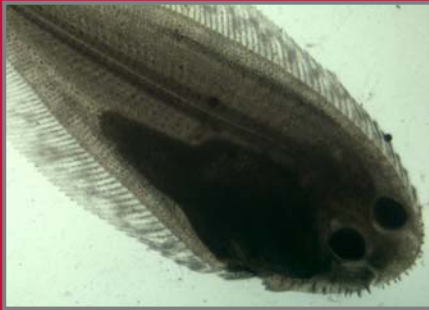
La supervivencia y el crecimiento no se vieron afectados por el contenido en ARA de la dieta.

Las larvas del grupo DHA-Protein Selco fueron ligeramente mayores en tamaño y por tanto mostraron una metamorfosis avanzada, probablemente debido a que la emulsión comercial contiene elementos nutricionales no presentes en la emulsiones experimentales.

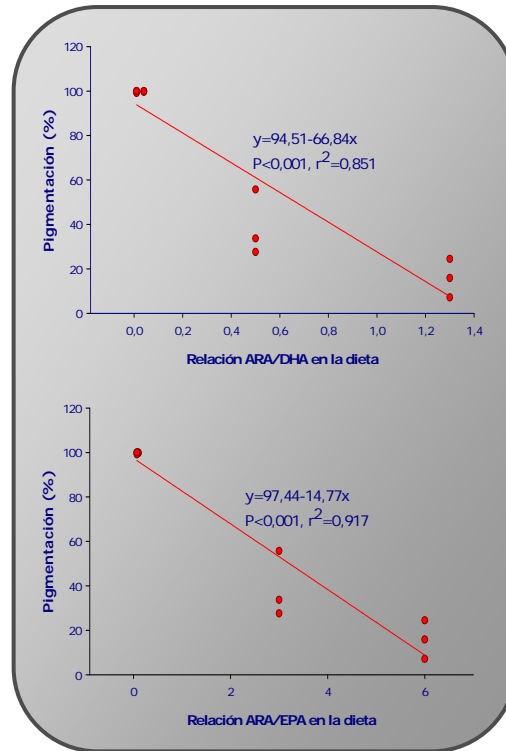
Al aumentar el contenido de ARA en la dieta, la metamorfosis se retrasó, indicando así la importancia de este AG en la metamorfosis de los peces planos.

# Requerimientos en ácidos grasos. 1. Araquidónico (ARA)

## EL LENGUADO



Villalta, M., Estévez, A., Bransden, M.P. 2005. Arachidonic acid enriched live prey induces albinism in Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae. *Aquaculture*, 245: 193-209



Se estableció una clara relación entre el contenido en ARA de la dieta, la acumulación de ARA observada en los tejidos y relacionada con el desplazamiento del EPA y el grado de pigmentación de la larva.

Pigm.=149,23-3,12ARA,  $P=0,0012$ ,  $r^2=0,706$

Pigm.=1,14+4,56EPA,  $P=0,0097$ ,  $r^2=0,543$

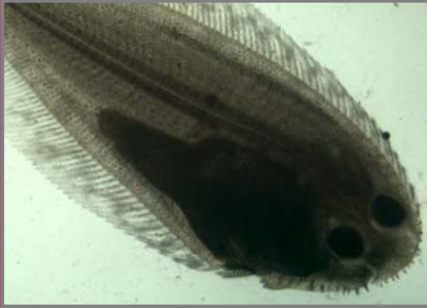
En consecuencia, las relaciones en las que está implicado el ARA: ARA/EPA y ARA/DHA, también mostraron correlación con el grado de pigmentación.



	DHA-Protein Selco	ARA-L	ARA-M	ARA-H
Pigmentación (%)	99,8±0,1 <sup>c</sup>	99,7±0,4 <sup>c</sup>	38,9±12,1 <sup>b</sup>	15,8±7,1 <sup>a</sup>
ARA	0,2±0,1 <sup>a</sup>	0,1±0,0 <sup>a</sup>	4,5±0,3 <sup>b</sup>	8,3±0,5 <sup>c</sup>

## Requerimientos en ácidos grasos. 2. Docosahexanoico (DHA)

### EL LENGUADO



Villalta, M., Estévez, A., Bransden, M.P., Bell, J.G. 2005. The effect of graded concentrations of dietary DHA on growth, survival and tissue fatty acid profile of Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae during the *Artemia* feeding period. *Aquaculture*, 249: 356-365

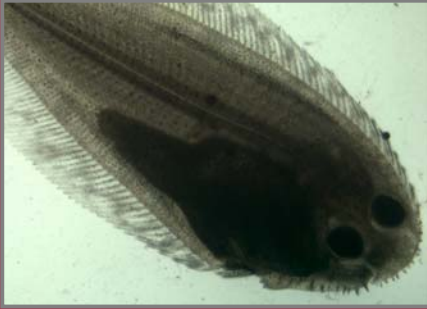
	DHA-N	DHA-L	DHA-M	DHA-H
Total lipids (mg g <sup>-1</sup> DW)	50.3±4.0	50.2±5.3	48.6±6.2	43.5±7.5
Total FA mg g <sup>-1</sup> DW	31.7±3.5	34.5±6.0	31.8±2.8	32.3±6.3
Total Saturated	18.0±1.7	18.5±1.3	21.6±0.5	25.5±3.6
Total Monounsaturated	47.1±7.2 b	47.3±5.9 b	38.5±4.2 ab	31.3±1.1 a
20:4n-6	1.3±0.4	1.6±0.3	1.5±0.4	1.4±0.1
Total n-6 PUFA	9.0±0.4	9.4±0.6	9.9±0.5	11.2±0.1
20:5n-3	1.7±0.2	1.6±0.1	1.7±0.0	1.7±0.4
<b>22:6n-3</b>	<b>0.0±0.0 a</b>	<b>4.4±1.0 a</b>	<b>7.7±2.7 ab</b>	<b>14.7±1.2 b</b>
Total n-3 PUFA	25.8±5.0	24.8±4.2	30.0±4.2	32.1±4.9
n-3/n-6	2.6±0.7	2.4±0.5	2.9±0.4	2.5±0.8
DHA/EPA	0.0±0.0 a	2.9±0.5 a	4.5±1.6 ab	10.5±0.1 b
EPA/ARA	1.3±0.2	1.0±0.1	1.1±0.2	1.2±0.2

	DHA-N	DHA-L	DHA-M	DHA-H
Final length (mm)	10.6±1.3 bc	10.2±1.2 ab	10.9±0.8 c	9.8±1.0 a
Final weight (mg)	3.0±0.4	2.7±0.9	3.1±0.3	2.4±0.4
Survival (%)	77.0±8.4	85.2±15.6	72.2±2.0	89.8±8.0

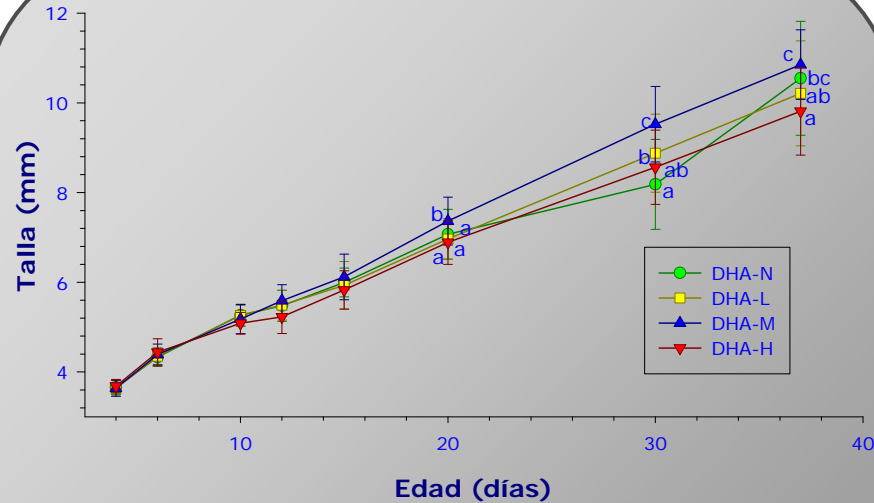
Los resultados sugieren un bajo o nulo requerimiento por el DHA, puesto que no existen apenas diferencias entre los grupos en cuanto a crecimiento, supervivencia y desarrollo.

El nulo requerimiento por el DHA podría ser debido a que en el medio natural, una vez las larvas se han vuelto bentónicas, su alimentación es más rica en EPA que en DHA, y por tanto estarán bien adaptadas a consumir EPA como fuente de PUFA n-3.

### EL LENGUADO



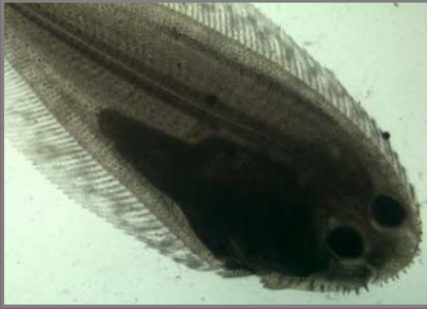
Villalta, M., Estévez, A., Bransden, M.P., Bell, J.G. 2005. The effect of graded concentrations of dietary DHA on growth, survival and tissue fatty acid profile of Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae during the *Artemia* feeding period. *Aquaculture*, 249: 356-365



Generalmente las larvas del grupo DHA-H mostraron una tasa de crecimiento más baja y una metamorfosis más lenta. Tal vez debido a la baja cantidad de MUFA presentes en la dieta. Al utilizar el DHA en lugar de los MUFA como fuente energética en la  $\beta$ -oxidación, la disponibilidad energética del grupo fue menor.

## Requerimientos en ácidos grasos. 3. Eicosapentanoico (EPA)

### EL LENGUADO



Villalta, M., Estévez, A., Bransden, M.P., Bell, J.G. 2008. Effects of dietary eicosapentaenoic acid on growth, survival, pigmentation and fatty acid composition in Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae during the *Artemia* feeding period. *Aquaculture Nutrition* (en prensa, on line Nov 2007)

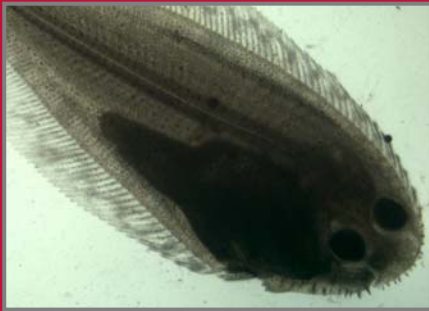
	EPA N	EPA L	EPA M	EPA H	Non enriched <i>Artemia</i>
Total lipids (mg g <sup>-1</sup> DW)	187.4±11.7	200.3±22.2	208.4±18.0	208.1±56.7	148.2±14.1
Total FA (mg g <sup>-1</sup> DW)	119.9±16.4	121.6±9.2	155.4±69.2	115.0±44.1	77.9±0.3
Total saturated	19.4±1.8 <sup>b</sup>	16.2±0.6 <sup>a,b</sup>	14.2±0.5 <sup>a,b</sup>	12.9±3.5 <sup>a</sup>	21.3±0.4
Total monounsaturated	50.7±4.3 <sup>d</sup>	39.6±1.0 <sup>c</sup>	30.4±0.3 <sup>b</sup>	21.0±5.2 <sup>a</sup>	33.1±0.4
20:4n-6	2.1±0.3	2.2±0.1	2.1±0.1	2.0±0.6	0.0±0.0
Total n-6 PUFA	8.9±0.9	9.0±0.4	8.3±0.3	8.3±0.1	7.5±0.1
<b>20:5n-3</b>	<b>0.5±0.2<sup>a</sup></b>	<b>10.7±0.3<sup>a,b</sup></b>	<b>20.3±0.7<sup>b,c</sup></b>	<b>29.5±9.7<sup>c</sup></b>	<b>0.3±0.5</b>
22:6n-3	4.3±0.8	4.7±0.3	4.8±0.2	4.8±1.8	0.1±0.1
Total n-3 PUFA	20.9±5.3 <sup>a</sup>	35.2±1.6 <sup>b</sup>	47.1±1.0 <sup>b,c</sup>	57.8±8.7 <sup>c</sup>	38.1±0.1
Total PUFA	29.8±6.1 <sup>a</sup>	44.2±1.6 <sup>b</sup>	55.4±0.8 <sup>b,c</sup>	66.1±8.7 <sup>c</sup>	45.7±0.0
DHA / EPA	8.9±2.6 <sup>b</sup>	0.4±0.0 <sup>a</sup>	0.2±0.0 <sup>a</sup>	0.2±0.0 <sup>a</sup>	0.1±0.1
ARA / DHA	0.5±0.0 <sup>b</sup>	0.5±0.0 <sup>a,b</sup>	0.4±0.0 <sup>a</sup>	0.4±0.0 <sup>a</sup>	0.0±0.0
ARA / EPA	4.6±1.6 <sup>b</sup>	0.2±0.0 <sup>a</sup>	0.1±0.0 <sup>a</sup>	0.1±0.0 <sup>a</sup>	0.0±0.0

	EPA N	EPA L	EPA M	EPA H
Final length (mm)	12.1±2.0 <sup>b</sup>	10.0±1.6 <sup>a</sup>	9.8±2.0 <sup>a</sup>	13.0±2.2 <sup>b</sup>
Final dry weight (mg)	5.0±1.3 <sup>b</sup>	3.0±0.8 <sup>a</sup>	3.3±0.8 <sup>a</sup>	7.2±1.8 <sup>c</sup>
Survival (%)	50.6±7.1 <sup>b</sup>	50.3±0.1 <sup>b</sup>	57.7±6.8 <sup>b</sup>	34.1±1.8 <sup>a</sup>
Pigmentation (%)	82.7±3.3 <sup>a</sup>	82.9±0.3 <sup>a</sup>	98.1±0.9 <sup>b</sup>	99.4±0.1 <sup>b</sup>

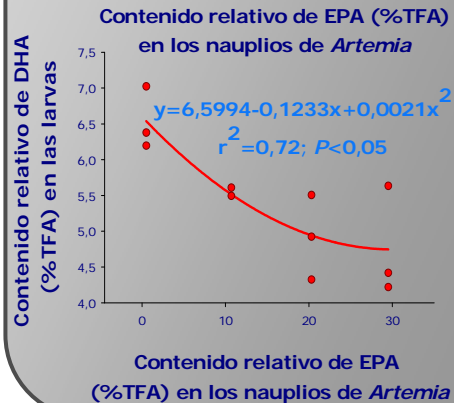
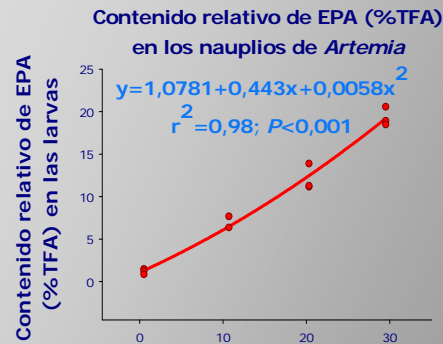
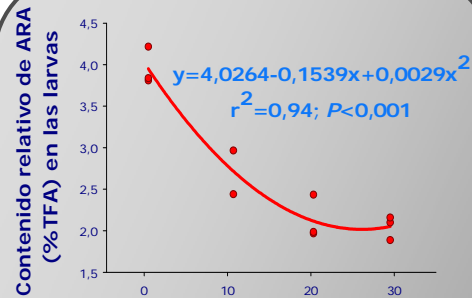
No se observó una relación dosis-respuesta entre el contenido de EPA en la dieta y el crecimiento o el desarrollo de las larvas.

El grupo EPA-N experimentó un mayor crecimiento debido a que en su alimentación la concentración de SFA y MUFA fue mayor y por tanto presentó una mayor eficiencia energética. En cambio, en el grupo EPA-H, puede que el crecimiento observado fuera debido a que la elevada mortalidad permitió que los individuos se alimentaran de un mayor número de presas vivas por día.

## EL LENGUADO



Villalta, M., Estévez, A., Bransden, M.P., Bell, J.G. 2008. Effects of dietary eicosapentaenoic acid on growth, survival, pigmentation and fatty acid composition in Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae during the *Artemia* feeding period. Aquaculture Nutrition (en prensa, on line Nov 2007)



En general la composición de los tejidos de las larvas reflejó la composición de las dietas.

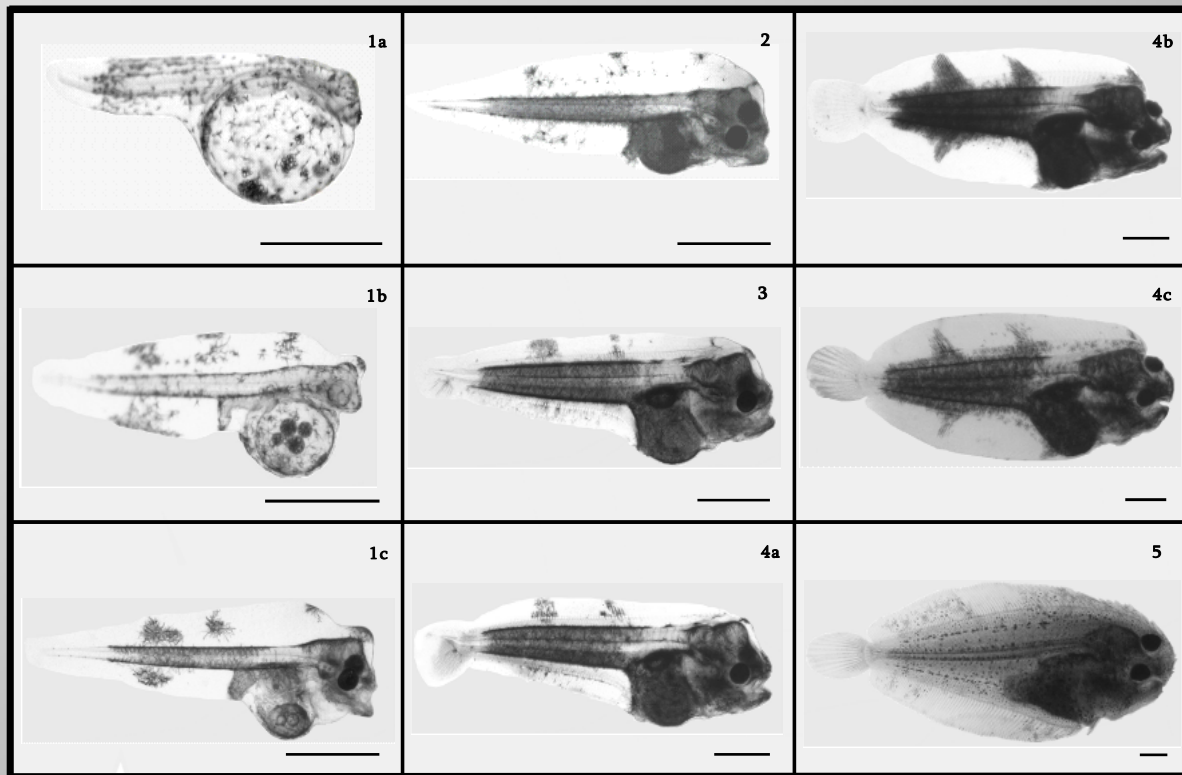
La excepción se produjo en el caso del ARA y del DHA, ya que aunque fueron constantes en las dietas, su concentración en los tejidos disminuyó a medida que el EPA del alimento aumentaba. Podría ser debido a las interacciones de competencia entre ellos por formar parte de los fosfolípidos de membrana.

# Desarrollo larvario y organogénesis

## EL LENGUADO



### Estadios de desarrollo



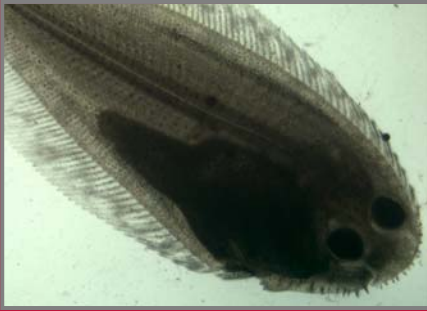
Se establecieron 5 estadios de desarrollo principales y 6 subestadios, marcados por los cambios morfológicos más significativos. Se tomó como base la clasificación de Fernández-Díaz et al. (2001).

# Desarrollo larvario y organogénesis

## EL LENGUADO



## Agradecimientos



A la Xarxa de Aqüicultura de Catalunya por invitarnos a este simposio

A las fuentes financiadoras: Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR, proyectos “Cultivo integral del lenguado senegalés” y “Transferencia Tecnológica de espáridos”), INIA (proyectos ACU-00-006 y ACU-02-006 y beca predoctoral de Gemma Giménez), Xaq, DARP (beca predoctoral de Mireia Villalta)

Al personal técnico y administrativo del IRTA-Centro de San Carlos de la Rápita por su ayuda en los cultivos así como en la gestión de los distintos proyectos.