

## Omega-3 en monogástricos: Efecto nutricional y Sanitario

FECHA DE PUBLICACIÓN: 16/09/2008

AUTOR: Andres Ortiz, Veterinario. NOVATION 2002 SA. España

Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) de la serie w-3 desempeñan un papel importante en los tejidos de los animales y humanos. Los ácidos grasos de cadena larga son convertidos a eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos), sustancias con multitud de funciones fisiológicas. El ácido eicosapentanoico (EPA, C20:5), y el ácido docosahexaenoico (DHA, C22:6) tienen un papel importante en la reducción de la viscosidad y la presión de la sangre, la agregación de plaquetas, la arritmia cardíaca y el nivel de triglicéridos plasmáticos y ejercen, por lo tanto, un efecto beneficioso sobre el sistema inmune y en la prevención de enfermedades cardiovasculares. (Saynor et al., 1984; Li y Steiner, 1990; Farrell, 1994) Los ácidos grasos omega-3 están presentes en multitud de tejidos corporales, entre los que destacan tejidos del sistema nervioso.

En las condiciones de producción actuales, los lechones y los pollos están sometidos a infecciones, principalmente en sus primeros días de vida. Esta situación se ha visto agravada tras la retirada de los [antibióticos](#) promotores del crecimiento.

Estas infecciones, en muchos casos no detectables clínicamente, activan la respuesta inmune y suponen un gasto de energía que disminuye los resultados productivos y económicos.

Por las propiedades atribuidas a los ácidos grasos de la serie omega-3, puede ser interesante añadirlos a las dietas de pollos y lechones para mejorar el desarrollo de los lechones.

### FUENTES DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3

En los vegetales, los ácidos grasos omega 3 se encuentran en forma de ácido linolénico (C18:3), que es precursor del resto de ácidos grasos de la serie.

Este ácido graso se encuentra en prácticamente todos los vegetales, a dosis muy variables, destaca por su riqueza el aceite de lino.

	Materia Grasa (%)	Á. linolénico (%MG)
Trigo	1,5	5,9
Maíz	3,7	1,0
Guisantes	1,0	10,2
Pulpa de remolacha	0,6	10,5
Alfalfa deshidratada	2,2	37,0
Aceite de soja	99,0	7,4
Ac. de lino	99,0	54,2
Ac. de colza	99,0	9,8
Ac. de girasol	99,0	0,3
Manteca	99,0	0,9

**Cuadro 1.-** Contenido en ácido linolénico de diferentes materias primas utilizadas para fabricación de piensos (Sauvant et al, 2002).

En los animales, las fuentes de ácidos grasos omega 3 de cadena larga son los aceites de pescado y las algas. La capacidad de bioconversión del ácido linolénico es muy variable entre especies de peces, generalmente en peces de agua dulce es elevada y reducida en peces de agua salada, por ello el contenido de omega-3 varía entre especies de peces (cuadro 2).

El contenido de w-3 de un aceite de pescado de una determinada especie también presenta variabilidad, entre otras causas por que esta fuertemente influenciado por la alimentación.

El aceite de sardina es el que presenta mayor contenido en omega-3, seguido por boquerón y salmón.

	C18:3	C18:4	C20:5	C22:5	C22:6	Total W-3
Boquerón	0.8	2.4	18.3	1.5	8.5	31.5
Capelán	0.3	1.4	3.7	0.3	2.0	7.7
Hígado Bacalao	0.5	0.9	11.0	1.4	10.8	24.6
Arenque	0.7	1.4	6.8	0.8	5.8	15.5
Menhaden	0.8	-	12.2	1.7	7.9	22.6
Sardina	0.9	2.0	16.9	2.5	21.9	44.2
Salmón	0.6	2.1	12.0	2.9	13.8	31.4
Dorada sébaste	0.5	1.1	8.0	0.6	8.9	19.1

Valores expresados en %.

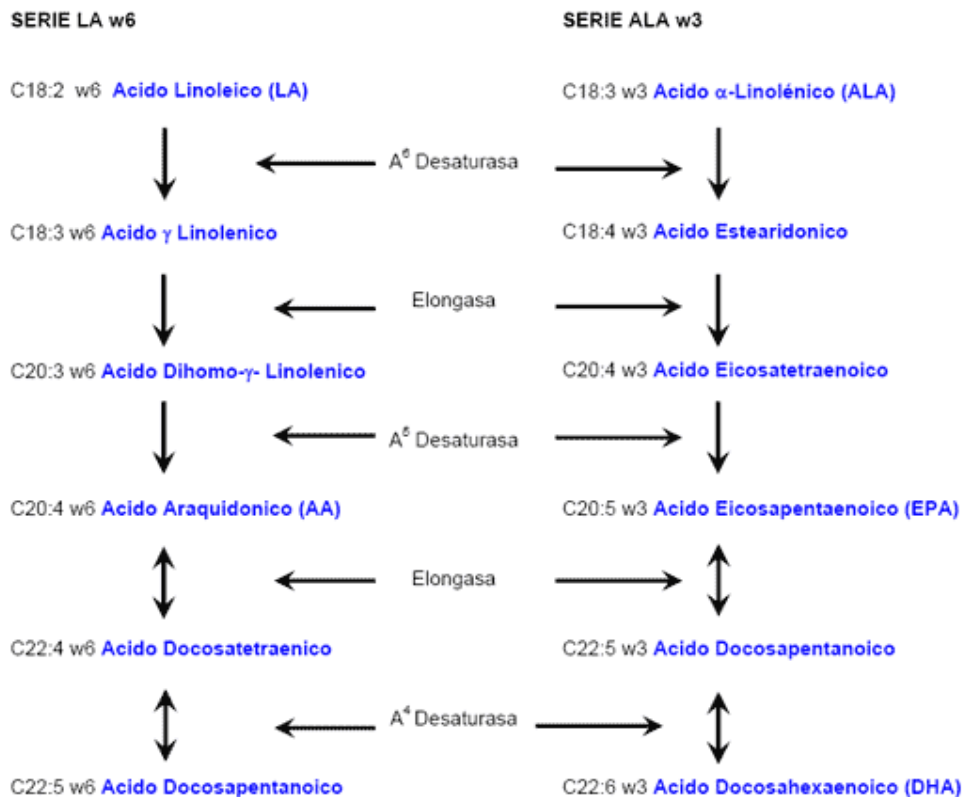
**Cuadro 2.-** Contenido en ácidos grasos omega-3 de varios aceites de pescado (Sauvant et al, 2002).

## ESENCIALIDAD

Los ácidos grasos de cadena larga, DHA y EPA, pueden sintetizarse por el animal a partir de ácido linoléico (C18:3), pero esta vía está limitada. Más todavía, si tenemos en cuenta que las [enzimas](#) implicadas en la ruta metabólica son las mismas que se utilizan para sintetizar ácidos grasos de cadena larga de la serie omega-6. (figura 1).

Este efecto de competición de las dos rutas metabólicas por la utilización de las enzimas desaturasa y elongasa ha sido observado en condiciones prácticas en varias ocasiones. (Olomu y Baracos, 1990; Hulan et al, 1988)

Por ello, la mejor estrategia para incrementar los niveles plasmáticos de DHA y EPA, es adicionarlos directamente.



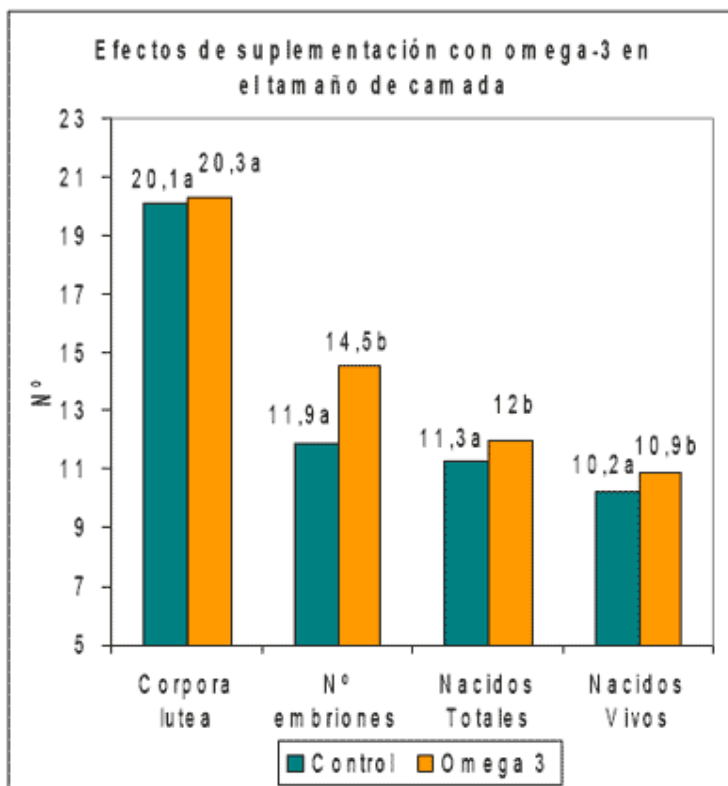
**Figura 1.-** Mecanismos metabólicos de desaturación y elongación de los PUFA de las series w3 y w6

## EFFECTOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 EN PORCINO

### Efecto nutricional

### Gestación

La complementación de la dieta con ácidos grasos omega-3 en los primeros días de gestación puede tener un efecto positivo. En este sentido, Webel et al (2003 y 2004) encontraron mejoras en el total de lechones nacidos y el total de nacidos vivos cuando suplementaron las dietas de cerdas con 85 g de un suplemento de ácidos grasos omega-3 durante los 35 días anteriores a la cubrición, sugiriendo una mayor supervivencia fetal antes que una mayor tasa de ovulación.



P<0,05

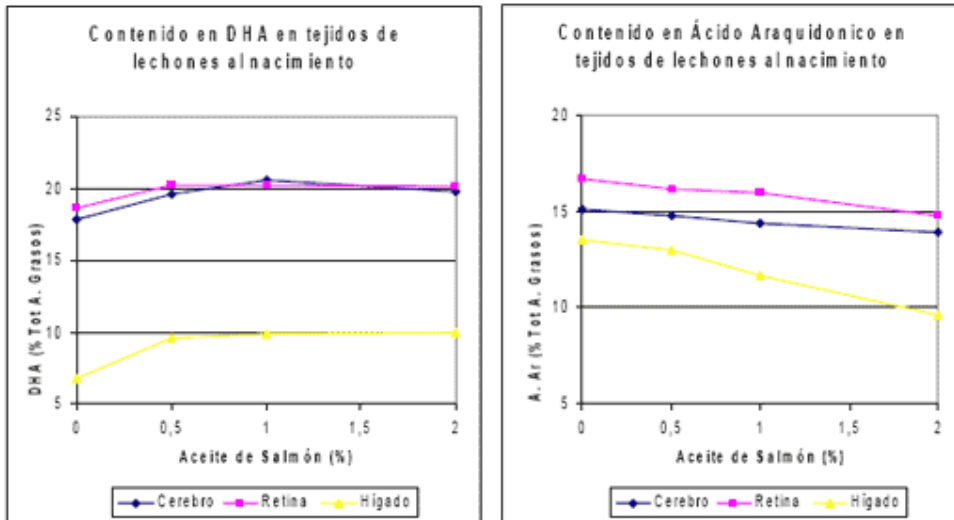
**Figura 2.-** Efecto de la suplementación 35 días pre-cubrición con ácidos grasos omega-3 sobre el tamaño de camada y la supervivencia embrionaria. (Webel, 2004).

Sin embargo, Perez Rigau et al (1995) evaluaron supervivencia embrionaria en cerdas alimentadas desde el día 42 de gestación con dietas enriquecidas con un 4% de aceite de pescado frente a aceites de soja o de coco. No encontraron mejoras significativas en el resultado global del estudio, pero sí en una de las pruebas.

La deposición de cerebro y de retina en los fetos tiene lugar principalmente en la última fase de la gestación (Passingham, 1985), esos órganos contienen altas concentraciones de ácidos grasos omega-3 (Makrides et al, 1994), por lo que una deficiencia de ácidos grasos omega-3 puede estar relacionada con una mayor mortalidad fetal.

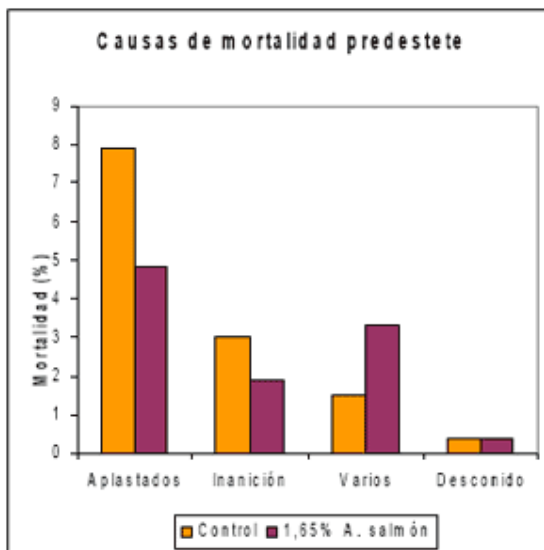
Rooke et al (1998 y 2000) no encontraron mejoras en la viabilidad y el crecimiento de lechones nacidos de cerdas alimentadas con dietas que contenían aceite de atún (1,75 % a 3%), incluso en algunos casos los resultados empeoraron, esto pudo deberse a que un exceso de ácidos grasos omega-3 reduce la concentración de los ácidos grasos omega-6, que también desempeñan un importante papel biológico.

Estos mismos autores, en un estudio posterior, utilizaron cerdas gestantes desde el día 60 de gestación para determinar la dosis óptima de aceite de salmón. Encontraron que incorporar 1% de aceite de pescado maximizaba el contenido en DHA de retina, hígado y cerebro, a la par que no reducía significativamente el contenido de ácido araquidónico (20:4 n-6) (Rooke et al, 2001a)



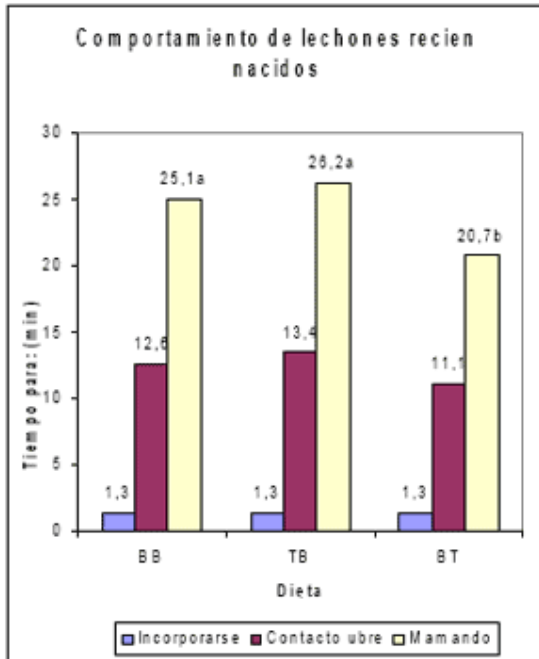
**Figura 3.-** Efecto de la suplementación de aceite de salmón a la dieta de cerdas desde el día 60 de gestación sobre el contenido en DHA y Ácido Araquidónico de tejidos de lechones al nacimiento (Rooke et al, 2001a).

El enriquecimiento en DHA de tejido cerebral de los lechones puede conducir a un mayor vigor del mismo y a una menor mortalidad predestete, fundamentalmente se reducen las muertes por aplastamiento (Cordoba et al, 2000; Rooke et al, 2001b). Figura 4



**Figura 4.-** Efecto de la suplementación con 1,65 % de aceite de salmón a la dieta de cerdas desde el día 58 de gestación sobre la mortalidad predestete y su causa (Rooke et al, 2001b).

La robustez de los lechones puede verse reflejada en una conducta más eficiente. En este sentido, Rooke et al (2001c) encontraron que los lechones nacidos de cerdas alimentadas con dietas con 1,75% de aceite de atún desde el día 92 de gestación tendían a contactar antes con la ubre y tardaban menos en mamar que los procedentes de cerdas alimentadas con la dieta control (figura 5). Este comportamiento se vio reflejado en un crecimiento mayor en los 35 primeros días de vida.



**Figura 5.-** Efecto de la suplementación con 1,65 % de aceite de atún a la dieta de cerdas gestantes en diferentes momentos sobre el comportamiento de su progenie (Rooke et al, 2001c).

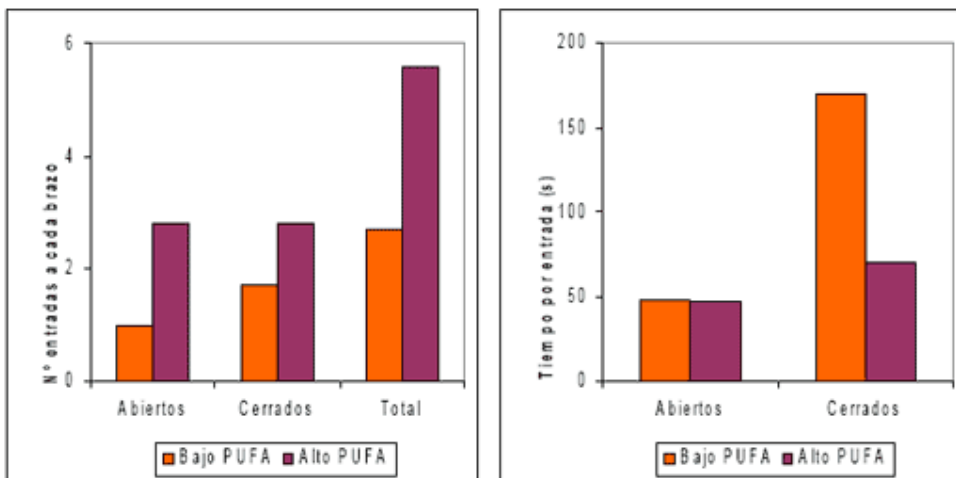
P<0,05

BB: Dieta Basal desde día 63 gestación-parto.

TB: Dieta con 1,65 % a. atún entre 63-91 días de gestación/ dieta basal desde día 92 al parto.

BT: Dieta basal entre 63-91 días de gestación/ dieta con 1,65% desde el día 92 al parto.

Estos resultados se han confirmado en otros estudios: Ng e Innis (2003) encontraron que lechones recién nacidos alimentados con una dieta enriquecida en DHA tenían mayor actividad o menor sensación de miedo o ansiedad que lechones alimentados con la dieta control. Para ello utilizaron un laberinto elevado con forma de cruz, dos de los brazos opuestos estaban abiertos y los otros dos cerrados. Los lechones se situaban en el centro mirando hacia uno de los lados cerrados, para medir la respuesta del comportamiento contaron las veces que entraba en cada brazo y el tiempo gastado en ellos. Los lechones alimentados con dieta enriquecida en DHA exploraron más los brazos del laberinto y permanecieron menos tiempo en los brazos cerrados. (figura 6)



**Figura 6.-** Respuesta en el comportamiento en el test del laberinto en cruz de lechones alimentados con dietas enriquecidas o no en PUFA (Ng e Innis, 2003)

P< 0,05

## Lactación

Incorporar ácidos grasos omega 3 a la dieta del lechón recién nacido es interesante por dos motivos; el primero que forman parte de sus tejidos corporales y el lechón es incapaz de sintetizarlos, y el segundo, por su efecto modulador sobre la respuesta inmune.

Enriquecer la leche de cerda en ácidos grasos omega-3 es el único modo de proporcionárselos al lechón, y esto es posible incorporándolos en la dieta de lactación. (Fritsche et al, 1993a)

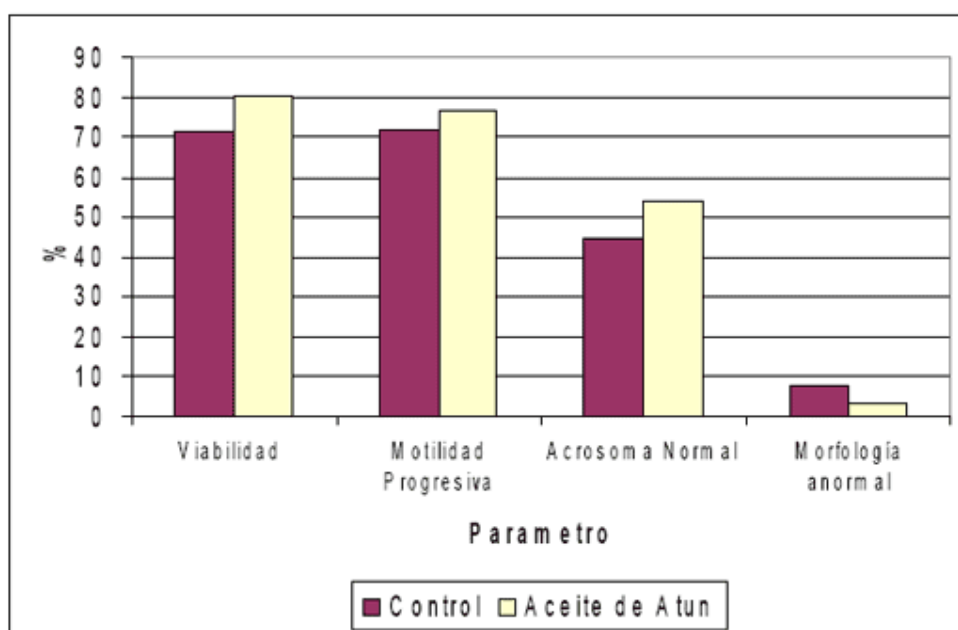
Rooke et al (2000) encontraron un mayor crecimiento durante los 35 primeros días de vida en lechones cuya madre era alimentada con una dieta con 1,75% de aceite de atún, frente a lechones cuya madre era alimentada con aceite de lino.

Lopez- Pedrosa et al (1999) encontraron un efecto positivo de la suplementación con PUFA sobre la recuperación de lesiones histológicas en el intestino delgado de lechones mal nutridos.

## Reproductores

La suplementación de la dieta de verracos con ácidos grasos omega 3 puede ser beneficiosa por que el semen de cerdo es rico en DHA, y porque, en otras especies, se han correlacionado disminuciones en ácidos grasos de cadena larga con una menor producción y calidad del semen.

En este sentido, Rooke et al (2001d) probaron a incorporar un 3% de aceite de atún a la dieta de verracos. La proporción de DHA en el semen no se incremento hasta pasadas 5- 6 semanas del comienzo del experimento. Sobre el semen, incorporar aceite de atún aumento la proporción de espermatozoides con motilidad progresiva y con acrosoma normal y redujo la proporción con morfología anormal. (figura 7)



**Figura 7.-** Efecto de la suplementación con aceite de atún en las características del semen del cerdo (semana 6) (Rooke et al, 2001d)

Sin embargo otros autores (Paulenz et al, 1999) no encontraron mejoras en la motilidad del esperma o la integridad del esperma tras el aporte de aceite de pescado. Parece ser que la mejora puede deberse a que la calidad media del esperma de este estudio era superior a la reportada por Rooke et al (2001d).

## Efecto sanitario- Respuesta inmune

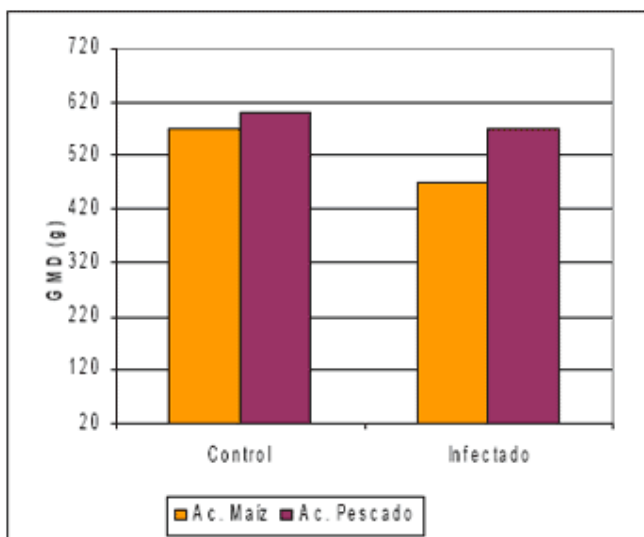
La respuesta inmune de los animales se ve modificada por el aporte en la dieta de ácidos grasos omega-3, esta respuesta no siempre es positiva (Thies, 1999), y su mecanismo de acción no está claro (Anderson y Fritsche, 2002).

Los ácidos grasos omega-3 parecen tener un efecto supresor de enfermedades autoinmunes (Robinson et al, 1993), alterando la liberación de citoquinas proinflamatorias (Liu et al, 2003).

Fritsche et al 1993b encontraron que la liberación basal in vitro de prostaglandina E, tromboxano B y leucotrieno B de los macrófagos alveolares era un 60-70% menor en lechones cuyas madres habían sido suplementadas con aceite de pescado. Resultados confirmados en estudios posteriores (Lauridsen et al, 2007).

La respuesta inmune también puede ser provocada por la inyección de lipopolisacáridos procedentes de *Salmonella typhimurium* (LPS), provocando un mayor desarrollo de hígado, bazo e intestino respecto al peso total y disminuyendo a su vez los resultados productivos.

Liu et al (2003) observaron que la reducción del crecimiento en lechones inyectados por LPS era menos acusada en los tratamientos con aceite de pescado. (figura 8)



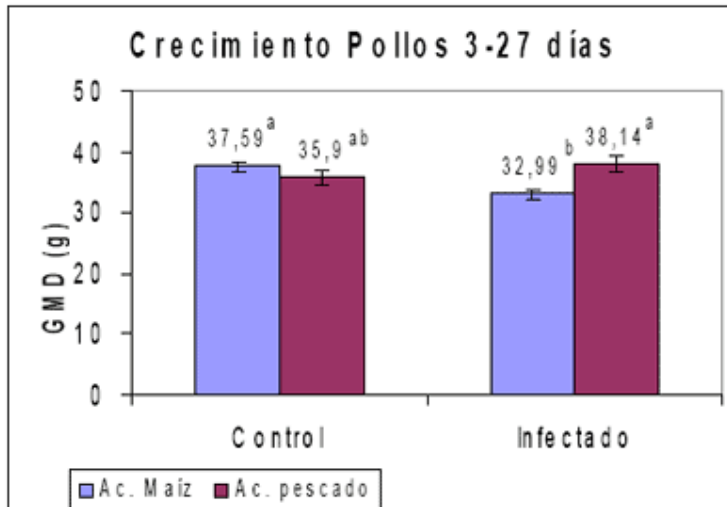
**Figura 8.-** Efecto del tipo de aceite de la dieta y su dosis sobre el crecimiento de lechones desafiados con la inyección de LPS (Liu et al, 2003)

## EFFECTOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 EN POLLOS

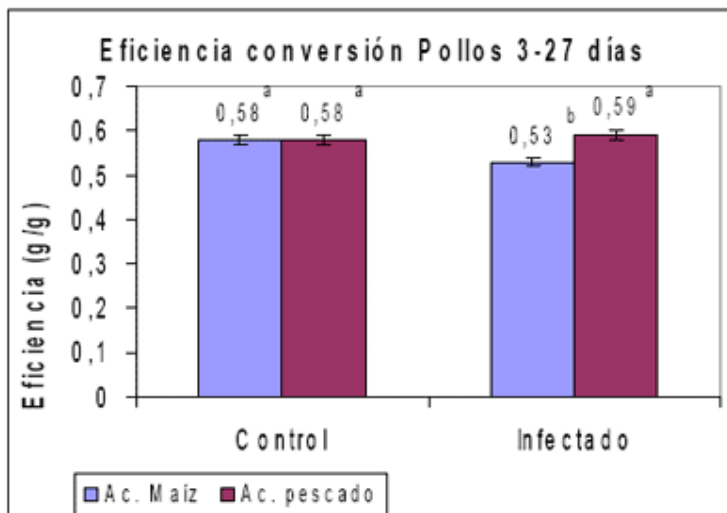
### Efecto sanitario

Allen y Danforth (1998) encontraron mejoras en las lesiones producidas por *Eimeria tenella* cuando suplementaron las dietas de pollos con 5% de aceite de pescado. Por otra parte no vieron mejoras frente a la infección por *E. acervulina* o *E. maxima*.

El efecto protector de los ácidos grasos omega-3 sobre la respuesta inflamatoria frente a *E. tenella* reduce el impacto de la infección sobre los resultados productivos. (Korver y Klasing, 1997a).



**Figura 9.-** Efecto de la infección por *E. tenella* sobre el crecimiento de pollos alimentados con aceite de maíz o aceite de pescado. (Korver y Klasing, 1997a).



**Figura 10.-** Efecto de la infección por *E. tenella* sobre la eficiencia de pollos alimentados con aceite de maíz o aceite de pescado. (Korver y Klasing, 1997a).

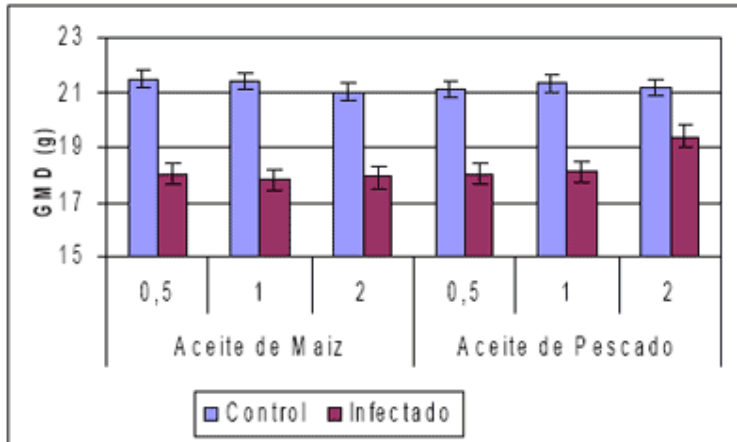
Como parte de la respuesta inmune, el animal sintetiza un grupo diverso de proteínas.

Estas proteínas son producidas en respuesta a un amplio abanico de estímulos inflamatorios patogénicos y no patogénicos.

La respuesta inmune también puede ser provocada por la inyección de lipopolisacáridos procedentes de *Salmonella typhimurium* (LPS), provocando un mayor desarrollo de hígado, bazo e intestino respecto al peso total y disminuyendo a su vez los resultados productivos.

Korver y Klasing (1997b) observaron que la reducción del rendimiento en pollos inyectados por LPS era menos acusada en los tratamientos con aceite de pescado. (figura 11)



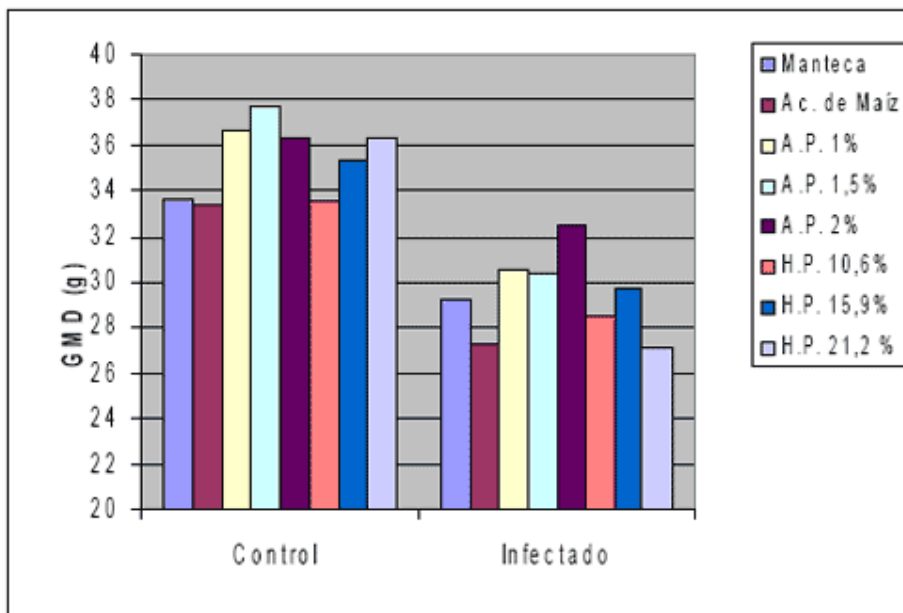


**Figura 11.-** Efecto del tipo de aceite de la dieta y su dosis sobre el crecimiento de pollos desafiados con la inyección de LPS (Korver y Klasing, 1997b)

Hulan et al (1988) observaron menor incidencia de síndrome de muerte súbita conforme mayor era la incorporación de harina de pescado.

#### Efecto nutricional

La incorporación de DHA y EPA, no solo ha demostrado mejorar los resultados productivos en animales sometidos a desafíos infecciosos, también puede mejorar los resultados en animales sanos en condiciones normales. (Korver et al 1998)

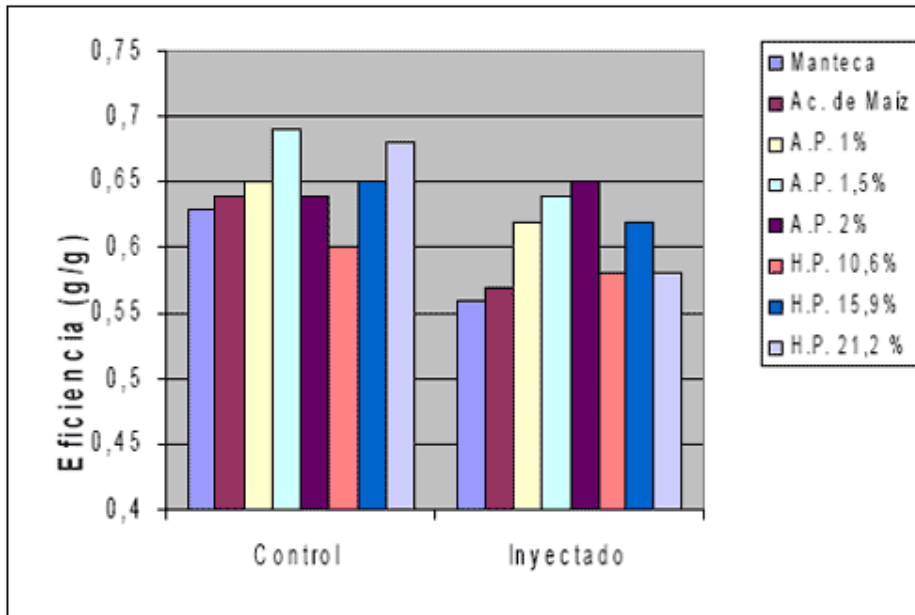


**Figura 12.-** Efecto del tipo de dieta sobre el crecimiento de pollos de 10-14 días (Korver y Klasing, 1998)

H.P.: Harina de pescado

A.P.: Aceite de pescado

En la figura 5 podemos observar como la inclusión de aceite de pescado en dietas para pollos mejoró el crecimiento, independientemente de si se infectaba a los animales con LPS o no. La inclusión de 1,5% de aceite de pescado mejoró el crecimiento en un 11% y la eficacia en un 9,5% en los animales no infectados. Mientras que para los animales no infectados la mejora fue del 4% para el crecimiento y del 14% para la eficiencia. (Korver et al, 1998)



**Figura 13.-** Efecto del tipo de dieta sobre la eficiencia del crecimiento de pollos de 10- 14 días (Korver y Klasing, 1998)

H.P.: Harina de pescado

A.P.: Aceite de pescado

La mejora de los resultados fue menor cuando se añadieron los ácidos grasos omega-3 a través de [harina de pescado](#) que a través de aceite. Probablemente debido a que el procesado de la [harina de pescado](#) afectó negativamente a los PUFA o a que otros componentes de las harinas de pescado pueden producir efectos deletéreos.

Parece ser que pequeñas dosis de aceite de pescado son más eficaces que grandes dosis.

Incrementar la dosis de 1,5% a 2% de aceite de pescado no aportó beneficios adicionales. Es más, en otro experimento del mismo trabajo, dietas con el 6,57 % de aceite de pescado dieron los mismos resultados que dietas con aceite de soja, girasol o manteca. (Korver y Klasing, 1998)

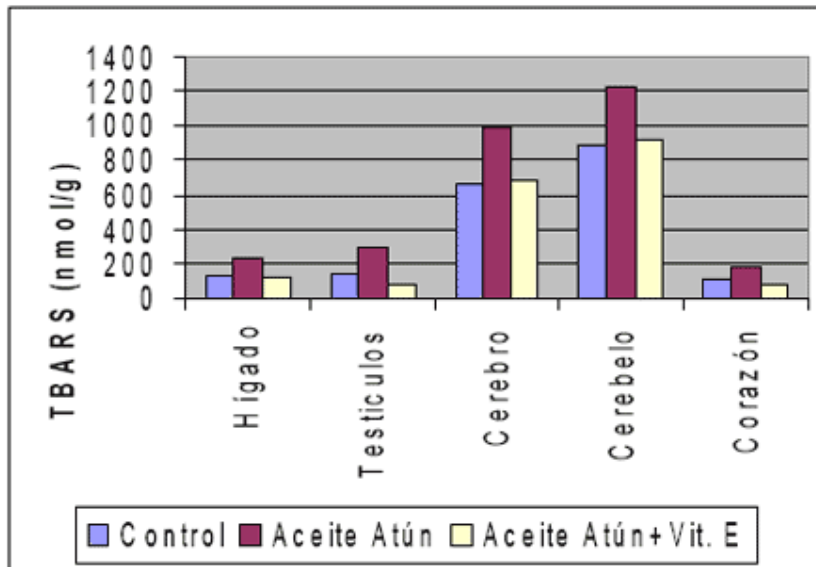
Hulan et al (1988) reportaron que incrementar el aceite de pescado de 2,1 a 4,1 % tuvo un efecto negativo sobre el consumo y el crecimiento.

### Vitamina E

El efecto negativo de las altas dosis de aceites de pescado puede deberse a que los PUFA de la serie omega-3 son muy sensibles a la peroxidación. Se ha reportado un aumento de la susceptibilidad a la peroxidación de lípidos cuando se añadieron aceites de pescado a la dieta. (Mc Guire y Friche, 1997).

Esta peroxidación probablemente refleja una disminución en la concentración de vitamina E, ya que los PUFA w-3, especialmente DHA, pueden reducir los niveles de vitamina E en plasma y tejidos de animales (Farwer et al, 1994; Kubo et al, 1997; Kouba, 2003)

Por lo tanto aportar dosis adicionales de vitamina E cuando se añaden PUFA w-3 a la dieta es una buena estrategia para reducir la susceptibilidad a la peroxidación en carne de pollo (Surai y Sparks, 2000), carne de cerdo (Guo et al, 2006; Hasty et al, 2002) y huevos (Meluzzi et al, 2000; Lin et al, 2005).



**Figura 7.-** Efectos del aceite de atún y la vitamina E sobre la formación de sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico (TBARS) estimulados con FE2+ en tejidos de pollos. (Surai y Sparks, 2000)

Los trabajos de Babinszky et al (1991) y Mahan (1991, 1994) sugirieron aportar 44 a 66 UI/Kg. para maximizar el tamaño de camada y el estatus inmunitario de la cerda y lechones. Necesidades que pueden incrementarse dependiendo de las condiciones adversas de estrés, estatus inmune y edad de las cerdas.

En piensos bajo la madre y de iniciación permite acelerar la maduración del sistema inmune y la lucha contra el estrés y la enfermedad post-destete. (Lauridsen y Jensen, 2005)

Además la vitamina E también incrementa la protección inmunitaria de los pollos frente a infecciones por *Escherichia coli*, *Brucella abortus*, *Pasteurella anatipestifer* (Tengerdy y Nockels, 1975), *Eimeria tenella* (Colnago et al, 1984) y enfermedad de Newcastle (Boren y Bond, 1996).

La suplementación vitamina E tiene efecto inmunomodulador frente a antígenos del virus de la bronquitis aviar con dosis de 25 UI/Kg dieta, dosis más altas no fueron más efectivas. Frente a antígenos de SRBC la dosis más efectiva fue de 50 UI/Kg dieta (Leshchinsky y Klasing 2001).

La vitamina E, en condiciones normales, es aportada en forma sintética, es decir, allrac- $\alpha$ -tocoferol. En esta forma coexisten ocho estereoisómeros (RRR, RRS, RSR, RSS, SRR, SSR, SRS y SSS). Mientras que la forma natural de vitamina E es RRR- $\alpha$ -tocoferol.

La bioequivalencia oficial entre las dos formas es de 1,36:1 RRR a all-rac- $\alpha$ -tocoferol.

Sin embargo, en humanos los estereoisómeros 2S desaparecen rápidamente del plasma (Kiyose et al, 1997). Por lo tanto cuando se aporta la misma dosis de vitamina E en forma natural (RRR) o en forma sintética (all-rac), la concentración en plasma y en tejidos de  $\alpha$ -tocoferol es el doble si es aportada en forma natural, ya que los estereoisómeros 2R son los únicos retenidos. (Burton et al, 1998)

En porcino, al igual que en humanos, la vitamina E natural (RRR) frente a la sintética (all-rac) ha mostrado el doble de efectividad de deposición. En cerdas mostró una eficacia relativa de deposición media de 1,56:1 (Mahan et al, 2000) a 2:1 (Lauridsen et al, 2002) y en lechones de 2,44:1 (Chung et al, 1992).

## CONCLUSIONES

- Enriquecer las dietas de cerdas con niveles equilibrados ácidos grasos omega-3 resulta beneficioso para el desarrollo del feto y del lechón.
- Enriquecer las dietas de verracos con ácidos grasos omega-3 puede mejorar la calidad del semen.

- La suplementación de las dietas de pollos y lechones con EPA y HDA tiene un efecto inmunomodulador que ayuda al animal a hacer frente a ciertas infecciones que aparecen frecuentemente en condiciones prácticas.

- Consecuencia de este efecto inmunomodulador los animales presentan mejores resultados productivos.

- Para proteger de la peroxidación estos ácidos grasos, es conveniente aportar una dosis adicional de vitamina E, que además también tiene efecto inmunomodulador. Es deseable que ese aporte sea en forma de vitamina E natural por su mayor efectividad biológica.

FECHA DE PUBLICACIÓN: 16/09/2008

AUTOR: Andres Ortiz, Veterinario. NOVATION 2002 SA. España