El aceite de palma como fuente novedosa de **lípidos en alimentos acuícolas***

Palm Oil as a Novel Dietary Lipid **Source in Aquaculture Feeds**

Ng Wing Keong[1]

Resumen

Se ha comprobado que el uso de aceite de palma en la alimentación de pescados es una buena alternativa para sustituir la demanda de aceite de pescado, que hoy enfrenta un estancamiento en la producción mundial. Estudios realizados en Malasia demuestran que el 90% de aceite de pescado en la dieta de la acuicultura podrá ser reemplazado con aceite de palma crudo o RBD sin afectar el crecimiento corporal del animal. Pruebas con bagre, tilapia, salmón entre otros, presentan resultados satisfactorios en cuanto al crecimiento, la reducción de la rancidez y la mejora en la calidad del filete.

Summary

The use of palm oil in aquaculture feeds has been proven to be a good alternative to substitute the demand for fish oil, which is currently facing a stagnant production worldwide. Studies conducted in Malaysia show that 90 percent of the fish oil in aquaculture diets can be replaced with crude palm oil or RBD without affecting the animal's body growth. Studies conducted in catfish, tilapia and salmon, among others, yielded satisfactory results in terms of growth, resistance to rancidity and improved fillet quality.

Palabras Clave

Aceite de palma, alimentación animal acuicultura.

Introducción

Un ingrediente clave que se usa en la formulación de alimentos acuícolas es el aceite de pescado, que se produce a partir de pequeños peces pelágicos marinos que representan una fuente pesquera limitada. Además de ser fuente de energía y de ácidos grasos esenciales. se usa comúnmente para recubrir los gránulos para mejorar la palatabilidad y apariencia del alimento. Actualmente, los alimentos para acuacultura usan aproximadamente 70% de la producción mundial de aceite de pescado y se estima que para el año

* Tomado de: Palm Oil Developments, 41: 14-18. Traducido por Fedepalma.

1. Fish Nutrition Laboratory. Shool of Biological Sciences, Universiti Sains Malaysia, 11800 Penang, Malaysia. E-mail: wkng@usra.my

2010 el uso de aceite de pescado en acuacultura llegará al 97% de la producción mundial.

Hoy día, la producción mundial de aceite de pescado ha llegado a un punto de estancamiento y no se espera que los niveles actuales aumenten. Estimados recientes sugieren que para comienzos de 2005 los aceites de pescado no podrán satisfacer la demanda de la creciente industria acuícola. El estancamiento en la producción global de aceite de pescado, junto con el aumento en la demanda para uso en alimentos acuícolas, ha inflado sustancialmente los precios del aceite de pescado (Barlow, 2000). Además, la producción de aceite de pescado está altamente concentrada en regiones específicas de las zonas templadas del mundo, y como resultado se está volviendo cada vez más difícil de obtener en los países tropicales que practican la acuacultura. Por tanto, para la industria acuícola es urgente evaluar alternativas para el aceite de pescado.

Un reemplazo potencial del aceite de pescado en alimentos acuícolas es el aceite de palma. La producción mundial de aceite de palma crudo (APC) es de más de 28 millones de toneladas y es el aceite vegetal más comercializado y abundante del mundo. El objetivo de este documento es revisar los estudios más importantes realizados hasta la fecha sobre el uso de productos de aceite de palma en las dietas de varias especies de peces.

Productos de aceite de palma para alimentos acuícolas

El aceite de palma se extrae del mesocarpio de la fruta de la palma de aceite, *Elaeis guineensis.* El aceite de palma crudo tiene un color rojo naranja profundo debido al alto contenido de carotenoides y es una fuente rica en vitamina E que consta de tocoferoles y tocotrienoles (Nesaretnam y Muhammad, 1993).

Tanto los B-carotenos como la vitamina E son antioxidantes bien conocidos. En la refinación de APC. los carotenoides presentes se destruyen térmicamente y el aceite se blanquea para producir el color deseado para un aceite de palma refinado. blanqueado y desodorizado (RBD). Dos de los subproductos de la refinación de APC son arcilla blanqueadora procesada (ABP) y destilados de ácidos grasos de palma (DAGP). Tanto la ABP como los DAGP contienen cantidades significativas de valiosos nutrientes como lípidos y vitamina E. Para ampliar la gama de usos, el aceite de palma RBD se fracciona por medio de procesos termo-mecánicos para producir oleína de palma RBD y estearina de palma RBD. El aceite de palmistc crudo se extrae de las semillas dejando la torta de palmiste como subproducto. Las propiedades físicas y químicas de los diferentes productos de aceite de palma han sido revisadas por Chong (1993).

La continua expansión del cultivo de palma de aceite en Malasia y otros países tropicales ofrece la oportunidad de una mayor y más constante disponibilidad de alimentos acuícolas formulados con aceite de palma. Las fuentes locales y novedosas de energía, lípidos y vitaminas a partir de productos y subproductos de palma de aceite contribuirán al desarrollo de alimentos granulados económicos para la industria acuícola.

Efectos positivos del aceite de palma en dietas para peces

Rendimiento de crecimiento comparable

La investigación sobre el uso de aceite de palma en dietas para peces comenzó a mediados de la década de

los 90. Viegas y Contreras (1994) reportaron que pececillos tambaqui (Colossoma maa-opomum) alimentados con mayores porcentajes de ACP como fuente de lípidos, mostraron mejor rendimiento (comparado con peces alimentados con destilados desodorizados de aceite de soya) en términos de ganancia en longitud y tasa de eficiencia de proteína, pero no se observaron diferencias significativas en ganancia de peso y tasa de conversión de alimento.

El bagre africano, *Heterobranchus longifilis.* presentó el mayor crecimiento cuando se le alimentó con dietas experimentales a base de aceite de palma, en comparación con peces alimentados con aceites de copra, maní, algodón o aceite de hígado de bacalao como fuente de lípidos (Legendre *et al,* 1995). Al-Owafeir y Belal (1996) reportaron que el aceite de palma puede reemplazar al aceite de soya en alimento para la Tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus,* sin presentar efectos negativos en crecimiento o composición corporal. El Climbing perch, *Anabas testudineus,* alimentado con 20% de aceite de palma en la dieta creció igualmente bien que los peces alimentados con un nivel similar de aceite de coco o aceite de hígado de bacalao (Varghese y Oommen, 2000). El crecimiento del salmón del Atlántico adulto alimentado con 29,5% de aceite de palma no fue significativamente diferente, comparado con peces alimentados con un nivel similar de aceite de capelán, aceite de girasol enriquecido con ácido oleico o una mezcla (1:1 w/w) de aceite de capelán y aceite de girasol enriquecido con ácido oleico (Tortensen *et al,* 2000). Igualmente, otra investigación sobre el uso de ACP en las dietas de salmón del atlántico (Rosenlund *et al,* 2001; Bell *et al.* 2002) reportó crecimientos y eficiencia de asimilación de alimentos comparable a peces alimentados con niveles equivalentes de aceites de peces marinos.

Estudios realizados en el Laboratorio de Nutrición Piscícola de la Universidad Sains de Malasia con el bagre tropical *Mystus nemurus,* demostraron que 90% del aceite de pescado en la dieta podría ser reemplazado con aceite de palma RBD o con APC sin afectar el crecimiento, eficiencia de asimilación de alimentos o composición corporal (Ng *et al.* 2000).

En otro estudio (Ng *et al,* 2003), se observó que el bagre africano. *Clarías gariepínus.* presentó mejor crecimiento cuando se alimentó con dietas semi-purificadas con 10% de aceite de palma como única fuente de lípidos. comparado con peces alimentados con dietas a base de aceite de hígado de bacalao.

Parecería que ciertas especies de bagre tienen muy bajos requerimien tos de ácidos grasos n-3 (de aceite de pescado) y el uso de aceite de palma en las dietas de estos peces tiene un gran potencial.

Las tilapias híbridas (Figura 1) alimentadas con dietas suplemen-

Figura 1 Tilapia roja híbrida alimentada con dietas a base de aceite de palma hasta un tamaño comercializable.

tadas con aceites vegetales como aceite de girasol, aceite de palma crudo, aceite de palmiste o destilados de ácidos grasos de palma presentaron un crecimiento similar o ligeramente mayor, en comparación con peces alimentados con dietas a base de aceite de pescado (Ng *et al,* 2001). Una investigación sobre el salmón del Atlántico realizada en colaboración con el Instituto de Acuacultura, la Universidad de Stirling (Escocia), Bio Mar AS (Noruega) y BioMar Ltd. (R.U..) mostró resultados similares (Ng et al., 2004).

A este respecto, el aceite de palma es similar a otros aceites vegetales que según numerosos documentos científicos pueden reemplazar una porción significativa del aceite de pescado en dietas para peces sin afectar el crecimiento, ni la eficiencia de asimilación ni la supervivencia. Además de su bajo costo y alta disponibilidad, el aceite de palma tiene muchas ventajas adicionales sobre otros aceites vegetales en la formulación de alimentos acuícolas.

Reduce la rancidez y filtración de aceite

Los aceites vegetales convencionales son altamente susceptibles al ataque de oxígeno atmosférico, lo que produce rancidez. Las bajas concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en el aceite de palma le dan una excepcional resistencia a la oxidación. Junto con los efectos protectores de potentes antioxidantes naturales (carotenoides y vitamina E) en el aceite de palma, la incidencia de rancidez se reduce sustancialmente cuando se usa aceite de palma en alimentos acuícolas. Por tanto, los alimentos acuícolas se pueden almacenar por más tiempo sin que pierdan su frescura y palatabilidad.

La inclusión de aceite de palma en alimentos para salmónidos también reduce la incidencia de filtraciones o escapes de aceite que es muy común en dietas con alto contenido de lípidos. Esto se debe a que el aceite de palma es semi-sólido con un punto de fusión más alto, comparado con otros aceites vegetales y aceites de pescado. El uso de aceite de palma puede reducir la migración de lípidos a la superficie del gránulo que causa pérdida de valiosos nutrientes, manchado del material de empaque y equipos de alimentación.

El aceite de palma es una excelente fuente de energía

El aceite de palma es una excelente fuente de energía. Estudios *in-viiro* realizados en B-oxidation mitocondrial en peces sugieren que existe una preferencia de sustrato para ácidos grasos saturados y monoinsaturados sobre AGPI (Henderson y Sargent. 1985). El aceite de palma contiene abundantes saturados (48%) y monoenes (42%). Estudios realizados en nuestro laboratorio han mostrado el efecto conservador de proteína del aceite de palma en dietas para bagres (Lim *et al.,* 2001). Encontramos que el crecimiento y eficiencia de alimento de C. *gariepinus* respondió en forma significativamente positiva a adiciones de aceite de palma de hasta 8% (en dietas isoenergéticas) sin presentar mejoras por encima de este nivel. También se observó el efecto conservador de proteína, dando como resultado mayor retención de proteína en peces alimentados con dietas suplementadas con aceite de palma RBD.

Mejor calidad de filete

Mientras que la mayoría de los aceites vegetales contienen casi exclusivamente tocoferoles, el aceite de palma es único porque los tocotrienoles representan aproximadamente 70%-80% del contenido de la vitamina E.

Recientemente hemos demostrado que la deposición de vitamina E de palma en filetes de tilapias alimentadas con una fracción rica en tocotrienoles extraída de aceite de palma transmite una mayor estabilidad oxidativa en comparación con filetes de pescados alimentados con dietas suplementadas con niveles equivalentes de ot-tocoferol acetato sintético (Wang et al.,2004).

Los filetes de bagre alimentado con niveles crecientes de Destilados de Ácidos Grasos de Palma (DAGP) también mostraron una creciente deposición de vitamina E con la subsiguiente reducción en productos de peroxidación lipídica (Figura 2; Ng *et al.*. 2004). Esto significa mayor vida útil de los mariscos. Las concentraciones de a-tocoferol en el hígado y tejidos musculares aumentó linealmente en respuesta al aumento en la dieta de cx-tocoferol de aceite de palma RBD y ACP (Lim *el al.*. 2001).

Se sabe que el nivel de vitamina E en el músculo de pescado afecta las propiedades de frescura y tiempo de almacenamiento de los filetes de pescado. El uso de aceite de palma, y especialmente ACP y DAGP. en alimentos para peces tiene gran potencial como una forma práctica y económica de agregar valor y mejorar la calidad de los productos acuícolas.

Actualmente se están realizando investigaciones sobre la bio-potencia y bio-disponibilidad de tocoferoles y tocotrienoles de palma y su papel en el mejoramiento de la calidad del pescado.

La deposición de tocotrienoles en filetes de pescado (Ng *et ai,* 2004) también agrega valor al producto, especialmente si se consume crudo como sashimi. ya que los beneficios potenciales de los tocotrienoles en la salud humana pueden incluir la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer.

También puede incrementar el valor comercial y aceptación del consumidor del bistec de salmón en el que la pigmentación es un parámetro de calidad. La acumulación potencial de vitamina E de palma en la carne de salmón haría más lenta la oxidación de estos pigmentos, por lo que mantiene la coloración por más tiempo. Se está planeando mayor investigación en este sentido.

Benéfico para los peces y para la salud del consumidor

La alimentación con altos niveles de aceite de pescado y aceites vegetales que contienen una alta proporción de AGPI altamente susceptibles a la oxidación también puede conducir a un mayor stress oxidativo que a su vez puede resultar en condiciones patológicas.

Una forma práctica y económica de producir dietas de alta energía, sin los dañinos efectos secundarios de un mayor nivel de radicales lipidícos, es usar una fuente de lípidos más satu-

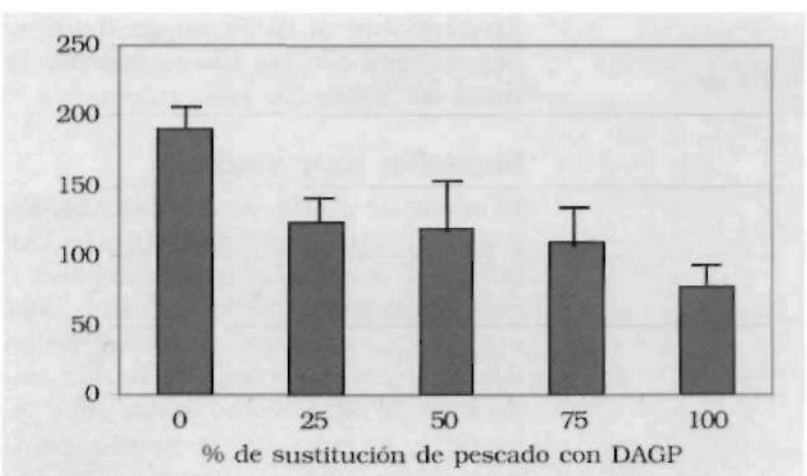

Figura 2 Sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico en filetes de bagre alimentado con niveles crecientes de destilados de ácidos grasos de palma (DAGP) expresadas en nmol malonaldehido (MDA) por gramo de tejido. Valores promedios ± SE, n = 3.

rada que contenga altos niveles de antioxidantes naturales como la vitamina E. Estos se encuentran en el aceite de palma.

Las dietas humanas contemporáneas han causado un aumento en la ingesta de ácidos grasos omega-6, alterando drásticamente la proporción omega-3 / omega-6. Estas proporciones varían entre 1:2,5 para los esquimales, que tienen una dieta basada en pescado, y 1:20 para las dietas modernas ricas en aceites vegetales. Los esquimales que dependen de sus dietas tradicionales están relativamente libres de las enfermedades degenerativas comunes en habitantes urbanos.

Considerando el precio más bajo y alta disponibilidad del aceite de palma en los trópicos, su potencial como una fuente alternativa de lípidos en alimento para peces merece mayor investigación

En general, se sabe que la composición de ácidos grasos de los filetes de pescado refleja la composición de ácidos grasos del aceite usado en la dieta. Debido a que nuestras dietas tienen demasiado AGPI omega-6, un buen sustituto del aceite de pescado debe limitar la deposición de estos indeseables ácidos grasos en los filetes de pescado. Esto hace que el aceite de palma sea superior a la mayoría de los aceites vegetales convencionales que contienen altas proporciones de AGPI omega-6 que se depositarían en los filetes cuando se usan en alimentos para peces.

Necesidad de mayor investigación

El aceite de palma no contiene ácidos grasos altamente insaturados (AGAI) omega-3, requeridos por ciertos peces, especialmente especies marinas. Por tanto, el aceite de palma en las dietas de estos peces se debe formular con fuentes de AGAl como aceite de pescado y harina de pescado para garantizar que se cumpla con los mínimos requerimientos de AGAI.

Además de no perjudicar la salud de los peces, el uso de productos de aceite de palma en alimentos acuícolas no debe afectar el sabor ni los beneficios en la salud de los consumidores (especialmente en términos de su contenido de AGPI n-3). En todos los estudios realizados usando aceite de palma, donde la composición de ácidos grasos del filete de pescado fue determinado, se observó que peces alimentados con dietas a base de aceite de palma generalmente muestran un perfil de ácidos grasos similar al que se encuentra en su dieta.

El uso de altos niveles de aceite de palma en alimentos para peces disminuye las concentraciones de AGAI omega-3 en filetes de pescado destinados a consumo humano (Beli *et al,* 2002; Ng *et al,* 2003; 2004). Una estrategia que se puede utilizar para normalizar los niveles de AGAI omega-3 es volver a usar una dieta a base de aceite de pescado un tiempo determinado antes de la cosecha. Esta estrategia de alimentación permitirá el uso de niveles más altos de aceite de palma en alimentos para peces durante la mayor parte de la fase de crecimiento, y por tanto disminuye costos, sin alterar significativamente los beneficios en la salud del filete de pescado resultante, en la dieta humana. Estos, y otros aspectos de la sustitución de aceite de pescado, deben ser investigados más a fondo.

El alto punto de fusión del aceite de palma también puede ser un problema cuando se usa en las dietas de peces de agua fría. La temperatura del agua es baja durante el invierno y hemos encontrado que esto reduce la digestibilidad de lípidos y ácidos grasos en trucha arco iris y salmón del Atlántico alimentados con altos niveles de aceite de palma (Ng *et al.,* 2003; 2004). Sin embargo, el rendimiento de crecimiento no se afectó, aun con el reemplazo de 100% de aceite de pescado. La reducción en la

digestibilidad de lípidos se debió en parte a la creciente resistencia de los triglicéridos a la digestión. Los planes futuros de investigación incluyen el uso de emulsificantes y ácidos grasos para facilitar la absorción de esta fuente de lípidos a temperaturas de agua más bajas.

Conclusión

En resumen, actualmente la información sobre uso de productos de aceite de palma en dietas para peces se limita a unas pocas especies. Algunas especies de peces parecen tener la capacidad de utilizar efectivamente altos niveles de aceite de palma en sus dietas como fuente de energía y de ácidos grasos, sin efectos adversos en el crecimiento y eficiencia de asimilación de alimentos.

Debido a que diferentes especies de peces tienen diferente capacidad para utilizar varios lípidos alimenticios, se requiere más trabajo inves-Ugativo sobre el uso de aceite de palma en alimento para peces.

El precio del aceite de palma es mucho más bajo que el de otros aceites vegetales como los de soya y colza, que son importados por países tropicales como Malasia.

Considerando el precio más bajo y alta disponibilidad del aceite de palma en los trópicos, su potencial como una fuente alternativa de lípidos en alimento para peces merece mayor investigación. El incremento en el uso de aceite de palma en alimentos acuícolas disminuye los costos, disminuye la demanda de aceite de pescado y reduce la contaminación ambiental (en el caso de SBC). Cada uno de estos aspectos tiene un impacto positivo en la industria acuícola y también en la industria palmera.

Bibliografía

Al-Owafeir, MA; Belal. IEH. 1996. Replacing palm oil for soybean oil tilapia, *Oreochromis nilotícus* (L.), fedd. *Aquaculture Research* 27:221-224.

Barlow, S. 2000. Fishmeal and fish oil: sustainable feed ingredients for aquafeeds. *Global Aquaculture Advocate* 4: 85-88.

Bell. JG: Henderson, RJ; Tochcr, DR: Mcgta.ee, F: Dick. JR; Porte, RA: Smullen. RP: Sargent, JR. 2002. Substituting fish oil with crude palm oil in the dlel of Atlantic salmon *(Salmo salar)* affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. J. *Nutrition* 132: 222-230.

Chong, CL. 1993. Chemical and physical properties of palm oil and palm kernel oil. *Selecled Readings on the Palm Oil and tts Uses.* PORIM. Bangi. p. 12-31.

Henderson, RJ: Sargent, JR. 1985. Chain-lenght specificities of mitochondrial and peroxisomal |J-oxidaiion of fatty acids in livers of rainbow tront *(Salmogairdneri). Comparatlve Biochemtstry and Physiology* 82B: 79-85.

Lengendre, M: Kerdehuen, N; Corraze. G; Bergot, P. 1995. Larval rcaring of an African catfish, *Heterohranchus longifilus* (Teleostei, Clariidae): effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. *Aquatic Living Resources* 8:355-363.

Lim. PK: Boey. PL: NG. WK. 2001. Dietary palm oil level affects growth performance, protein re-Icntion and tissuc vitamin E concentration of African catfish. *Clarias gariepinus. Aquaculture* 292: 101-112.

Nesaretnam. K: Muhammad, B. 1993. Nutritional properlies of palm oil. *Selected Readings on the Palm* Ofl *and its Uses.* p. 57-67.

Ng. WK: Tee. MC; Boey. PL. 2000. Evaluation of crude palm oil and refined palm olein as dietary lipids in pelleted feeds for a tropical bagrid catfish, *Fish Physiology and Biochemislry* 25: 301 -310.

Ng, WK: Campbell, PJ; Dick, JR: Bell, JG. 2003. Interactive effeets of dietary palm oil concentration and water temperature on lipid digestibility in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss. Lipids* 38: 1031-1038.

Ng, WK; Lim. PK: Boey. PL. 2003. Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle a-tocopherol concentration of African catfish. *Ciarías gariepinus. Aquaculture* 215:229-243.

Ng, WK: Sigholt. T and Bell. JG. 2004. The inlluence of environmental temperature on the apparent nutrient and fatty acid digestibility in Atlantic salmón *(Salmo salar* L.) fed finishing diets containing different blends of fish oil. rapeseed oil and palm oil.

Aquaculture Research 35: 1228-1237.

Ng, WK; Wang, Y; Yuen, KH. 2004. Replacement of dietary fish oil with palm fatty acid distillate ellevates tocopherol and tocotrienol concentrations and increases oxidative stability in the muscles of African catfish. *Ciarías gariepinus. Aquaculture* 233. 423-437.

Ng, WK; Wang, Y; Yuen, KH. 2004. Tocotrienols from palm oil are more potent antioxidants than dietary -tocopherol acétate or -tocopherol succinate for red hybrid tilapia. *Proc. of the Eleventh International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish.* Phuket, Thailand, p. 46.

Rosenlund, G; Obah, A; Sandber, MG; Standal, H; Tveit, K. 2001. Effect of alternative lipid sources on long-term growth performance and quality of Atlantic salmón *(Salmo salar* L.). *Aquaculture Research* 32: 323-328.

Tortensen, BE; Lie. O: Froyland. L. 2000. Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon *(Salmo salar* L.) - effects of capelin oil, palm oil and oleic acid-enriched sunflower oil as dietary lipid sources. *Lipids* 35: 653-664.

Varghese. S: Oommen, OV. 2000. Long-term feeding of dietary oils alters lipid metabolism. lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in a teleost (Anabas *testudineus* Bloch). *Lipids* 35: 757-762.

Viegas, EMM: Contreras, ESG. 1994. Eflect of dietary crude palm oil and deodorization distillate of tambaqui (*Colossoma macropomum)* fingerlings. *Aquacultwe* 124: 128.