

CHÍA

(SALVIA NATIVA)

LA MAYOR FUENTE NATURAL DE OMEGA 3

Un completo estudio que reúne fuentes de información de todo el mundo y explica como la ingesta diaria de Chía actúa a nivel de las células en el ser humano

Cortesía de NATURALIA

Más información en: www.naturalia.cl

"LOS BENEFICIOS DE LA CHÍA EN HUMANOS Y ANIMALES"

POR: GIOVANNI TOSCO

(LECTURA RECOMENDADA PARA CUIDAR SU SALUD)

La presente es una investigación que el Dr. Giovanni Tosco realizó por más de cinco años, recopilando en todo el mundo las investigaciones científicas en torno a la CHÍA (*Salvia Hispánica*), cuyos beneficios se demuestran en el presente trabajo, que compara con otros productos naturales con ácidos grasos omega-3 y que no contienen colesterol, tanto en uso humano, como animal.

"La comida del correr"

Por siglos, la gente nativa de las Américas han usado la semilla de la "CHÍA" como su alimento básico.

Los soldados aztecas subsistieron con la CHÍA durante sus batallas y expediciones. Los originales del suroeste, comían tan poquito como una cucharada de té para una marcha de 24 horas, corrían del Río Colorado al océano Pacífico, para negociar turquesas por conchas marinas, cargando sólo una pequeña bolsa con CHÍA como alimento de sustento.

Sostenidos por la semilla de CHÍA, los Indios Tarahumaras (los de los pies ligeros) de México, cazaban a la presa, persiguiéndolo hasta cansarla. En 1997, un Tarahumara de 52 años, ganó la Competencia Nike de 100 millas calzando sólo sus huaraches hechos en casa.

¿Porqué la semilla de CHÍA es un alimento de alta energía y resistencia?

La CHÍA es una completa fuente de proteínas, proporcionando todos los aminoácidos esenciales. Comparada con otras semillas y granos, la semilla de la CHÍA provee la más alta fuente de proteínas; entre el 19 y 23 por ciento de su peso es proteína.

Una de las maravillosas, única solamente en la CHÍA, es su habilidad de absorber más de 12 veces su peso de agua. Esta habilidad de sostener agua, puede prolongar hidratación y retención de electrolitos en fluidos del cuerpo, especialmente durante esfuerzos. Una normal retención de fluidos asegura una normal dispersión de electrolitos para cruzar la membrana celular. Mantiene un buen balance de fluidos para ayudar a las funciones celulares.

Propiedades del Gel de CHÍA

Las semillas de CHÍA tienen una capa de gel que protege a la semilla de climas áridos y calientes donde se siembra.

Cuando una cucharada de té de CHÍA es revuelta en un vaso de agua y dejada por 30 minutos, se formará como una gelatina sólida. Este gel o gelatina se crea debido a la fibra soluble que contiene. Investigadores creen que este mismo gel es el fenómeno que ocurre en el estómago cuando la comida contiene este tipo de fibra pegajosa conocida como mucílagos.

El gel creado, cuando es ingerido, hace una barrera física, que divide las enzimas digestivas de los carbohidratos, esto hace una lenta conversión de carbohidratos en azúcar. Tiende a hacer una digestión lenta y mantiene los niveles de azúcar en la sangre, el cual puede ser útil en la prevención y control de la **diabetes**.

Fácil de digerir; la absorción del agua en la CHÍA es una ayuda importante para la digestión humana. La CHÍA remojada es mejor absorbida y digerida. Esto significa un rápido transporte a los tejidos para ser usada por las células. Esta eficiente asimilación hace a la CHÍA muy efectiva cuando se toma, dando lugar a un rápido crecimiento de tejidos.

La CHÍA también facilita el crecimiento y la regeneración de tejidos durante el embarazo y lactancia, ayuda a regenerar músculos para los atletas y físico-culturistas.

CHIA CHILE (Cortesía)

La CHÍA contiene 3 a 10 veces más el aceite que otros granos. Los ácidos grasos insaturados en la CHÍA son esenciales para el cuerpo, para emulsificar y absorber vitaminas liposolubles como A, D, E y K, la CHÍA es rica en ácidos grasos insaturados (linazaleie). Es buena para la respiración de los órganos vitales, ayuda a regular la coagulación de la sangre, células de la piel, membranas, mucosas y nervios. Contiene una larga cadena de triglicéridos LCI **en la correcta proporción para reducir el colesterol pegado a las arterias.**

Es un buen proveedor de Calcio y también contiene Boro, que actúa como catalizador para el cuerpo, absorbiendo y utilizando el calcio disponible.

Hay otros beneficios adicionales aparte de los nutricionales. Era también usada por los indios y misioneros como emplastro para heridas ocasionadas por armas para evitar infecciones y promover la sanación. Si pones una semilla en tu ojo, ésta lo limpiará y quitará la infección colocada en quemaduras (remojada) promueve una rápida curación con menos cicatriz. Hay mucha riqueza más allá de la información presentada y una maravilla de beneficios aún no descubiertos.

CHÍA. de la familia de las labiadas, herbácea, anual, de 1 a 1.50 metros de altura, tallos cuadrangulares, acanalados, vellosos; hojas opuestas, pecioladas, aserradas y flores reunidas en espigas auxiliares o terminales. Cada fruto lleva cuatro semillas muy pequeñas en forma oval, lisas, brillantes, de color grisáceo con manchas rojizas. En la mayor parte de las variedades las flores son azules, pero en la llamada CHÍA BLANCA, las flores, así como las semillas son blancas. Se cultiva para la producción de semilla de la que se obtienen hasta 3000 kg. por hectárea. Se emplea para preparar bebidas refrescantes. Contiene fécula mucílago y aceite, éste en una proporción del 30 al 35%.

ALIMENTOS ENRIQUECIDOS EN OMEGA-3 UTILIZANDO SEMILLA DE CHÍA

VERDADES SOBRE LA CHÍA

- **Es la fuente natural más rica en ácidos grasos omega-3**
- **No tiene ni produce olor a pescado**
- **Es un producto sin colesterol**
- **Los antioxidantes/estabilizadores artificiales son innecesarios**
- **No tiene factores tóxicos o antinutricionales**
- **El contenido de ácidos grasos saturados es muy bajo**
- **El equilibrio de los ácidos grasos omega-3 en los huevos producidos con CHÍA, iguala a los de la leche materna**
- **Es un producto sustentable y ecológico**
- **Fácil de manejar por el agricultor y el industrial**
- **Se almacena por años sin sufrir deterioro**
- **Ideal para enriquecer una gran diversidad de productos**

CHÍA: UNA FUENTE NATURAL DE ÁCIDO GRASO OMEGA-3 Y ANTIOXIDANTES

- La CHÍA es la fuente más rica de ácidos grasos y antioxidantes naturales disponible como materia prima para su uso en alimentos funcionales, nutracéuticos y suplementos dietéticos.

La inigualable estabilidad de los ácidos omega-3 de la CHÍA, es el resultado de los antioxidantes naturales que contiene. La oxidación de los lípidos alimenticios es la mayor preocupación tanto de los consumidores, como de los fabricantes; si no se controla, la oxidación, puede producir sabores extraños (el típico sabor a pescado) y también favorece el envejecimiento y las enfermedades degenerativas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas, declinación del sistema inmunológico y disfunción cerebral. **Lo antioxidantes de la CHÍA tienen una enorme ventaja sobre las demás fuentes de ácidos grasos omega-3.**

- La CHÍA utilizada como fuente de ácidos omega-3 **no requiere** el uso de antioxidantes artificiales **como las vitaminas sintéticas. La vitamina "E" ha demostrado "anular los efectos protectores" de las drogas cardiovasculares y también promover la oxidación cuando se utilizan altos niveles.**
- La CHÍA agregada a las dietas animales provoca una dramática reducción en el contenido de ácidos grasos saturados de los productos obtenidos (hasta 30.6% en los huevos). La disminución es significativamente mayor que la que se encuentra cuando se suministran dietas que contienen productos marinos (pescado y algas) y semilla de linaza. **Los ácidos grasos saturados de las dietas se asocian con las enfermedades cardiovasculares y su efecto sobre el colesterol de baja densidad en la sangre (LDL) es más fuerte que el del colesterol dietético. Esta diferencia significativa entre la CHÍA y las otras fuentes de omega-3 tiene implicaciones de gran importancia en la comercialización.**
- Los huevos provenientes de gallinas alimentadas con CHÍA tienen una relación entre el ácido graso α -linazalénico y el DHA similar a la que se encuentra en la leche materna humana. Cuando a la dieta se agregan grandes cantidades de CHÍA, la elongación y de saturación del ácido α -linazalénico se retarda y el contenido de DHA (un ácido graso muy inestable) permanece constante. Es decir que si se agregan cantidades excesivas de omega-3 (en forma de ácido α -linazalénico) en la dieta de las gallinas, se almacena esencialmente como ácido graso α -linazalénico. **Este comportamiento metabólico junto con la potente actividad antioxidante de la CHÍA a través de los compuestos flavonoides y ácido cinámico, permiten a las gallinas producir huevos que tienen una estabilidad mucho mayor que el de los huevos con alto contenido de DHA.** En cambio, si se agrega exceso de DHA en la dieta de una gallina, no se almacena como ácido α -linazalénico, dado que este proceso de elongación y saturación no es reversible.
- **La CHÍA no tiene colesterol.** En esto difiere de la carne, aceite y harina de pescado que contienen cantidades muy significativas. Para los consumidores conscientes de la salud, esto le confiere a la CHÍA dramáticas ventajas comerciales sobre los productos derivados del pescado.
- La CHÍA puede almacenarse por años, sin que se deteriore el sabor, el olor o el valor nutricional. Esta es una importante ventaja comparando con los productos marinos, puesto que el aceite/harina de pescado o el aceite/harina de algas, necesitan un

CHIA CHILE (Cortesía)

packaging y condiciones de almacenamiento especiales para prevenir incluso, los menores cambios en el medio ambiente.

- La CHÍA es un producto sustentable y ecológico. El alto contenido de aceites esenciales de las hojas de CHÍA, **actúan como un extremadamente potente repelente de insectos, evitando la necesidad de utilizar químicos para proteger el cultivo.** El uso de CHÍA como fuente de ácido graso omega-3 previene la depredación de los stocks naturales de pescado y también elimina la preocupación en cuanto a la acumulación de toxinas del medio ambiente, como la dioxina y el mercurio que se acumulan en el pescado y sus productos. **La extracción de aceites por solventes y los preservantes sintéticos no se necesitan al usar la CHÍA en las dietas animales o humanas. Esta es una importante ventaja comparada con las otras fuentes de ácido graso omega-3.**
- La CHÍA tiene una larga historia como alimento humano; su domesticación se remonta a los antiguos pueblos mexicanos en el año 2600 A.C. El amaranto, los frijoles, la CHÍA y el maíz eran los principales componentes de las dietas de las civilizaciones azteca y maya, cuando Colón llegó al nuevo mundo. Mucha gente aún utiliza este cultivo milenario en la preparación de una bebida refrescante y popular llamada "CHÍA Fresca" o "Agua de CHÍA", que se consume en el sureste de México y Centroamérica, así como en California y Arizona, en Estados Unidos.
- La CHÍA es ideal para enriquecer gran cantidad de productos como fórmulas y alimentos para bebés, alimentos horneados, barras nutritivas, yogures, salsas, etc., cuando se utiliza como alimento animal se pueden obtener productos enriquecidos con omega-3, como huevo, pollo, carne de res, jamón, leche, quesos, etc. **La CHÍA es una excelente fuente de proteína, minerales y vitamina "B";** es fácil de usar en la preparación de alimentos y segura, no solo en fórmulas para animales, sino también para los humanos.

PRODUCTOS ENRIQUECIDOS EN OMEGA-3 CON CHÍA: HUEVO, POLLO, LECHE Y PAN.

ALIMENTO	CHÍA AGREGADA A LA RACION %	mg/100 gr DE PORCIÓN ALIMENTICIA CONTENIDO DE w-3 CON CHÍA	mg/100 gr DE PORCIÓN ALIMENTICIA CONTENIDO DE w-3 SIN CHÍA	AUMENTO %	VALOR DIARIO DE RACIÓN (1) %
Huevo (v) Blanco	10	742	90	824	57 (w)
Color	10	716	76	942	55 (w)
Carne de Pollo (v) Blanca	10	709	95	746	55 (x)
Negra	10	613	112	547	47 (x)
Leche (v)	2	45	34	32	8.5 (y)
Pan (t)	10	508	20	2540	39 (z)
Semilla de CHÍA	100	2034	-----	-----	100 (k)

CHIA CHILE (Cortesía)

Tamaño de porción: (w) 100 gr. (dos huevos), (x) 100 gr., (y) 224 gr. (una taza), (z) 100 gr. (cuatro rebanadas), (k) 6.4 gr., (v) % de la dieta animal, (t) % de las materias primas, (1) el % de los valores diarios se basan en una dieta de 2,300 calorías.

Canadá (Dept. of) Health and Welfare. 1990. Recomendaciones nutritivas. Canadian Government Publishing Center, Ottawa, Canadá.

- **Resumen:** La evidencia científica apoya fuertemente a la CHÍA como la fuente más eficiente para enriquecer alimentos con ácidos grasos omega-3. Al agregar en forma directa semilla o harina de CHÍA al producto final, o incluyéndola en las dietas animales, **no aparecieron ninguno de los problemas que tienen otras fuentes de omega-3, como el linaza o los productos marinos que mostraron sabor a pescado, pérdida de peso en los animales, problemas digestivos, diarrea, alergias, etc.**

RELACION SOBRE LA CHÍA

La ciencia moderna ha determinado que las semillas de CHÍA contienen cantidades de aceite que varían entre un 32 a un 39% y dicho aceite ofrece el **porcentaje natural conocido más elevado de ácido Omega 3 o α -linazalénico (60-63%)** (Tabla 1). Este ácido graso esencial, también ha demostrado que tiene una importancia significativa en gran cantidad de compuestos industriales, tales como barnices, pinturas, cosméticos, etc.

La CHÍA será en un futuro muy utilizada en la industria alimenticia. Debe enfatizarse que un ácido graso α -linazalénico es un ácido graso w-3 **insaturado**. Los ácidos grasos poli-insaturados como el α -linazalénico **son muy importantes para la nutrición humana, pero deben administrarse en los alimentos que ya no pueden sintetizarse en el cuerpo humano**. Se ha demostrado que el aceite que contiene altos porcentajes de ácidos grasos w-3, dado en la dieta, reduce el riesgo de sufrir **enfermedades cardiovasculares**.

El ácido graso α -linazalénico (Chía) actúa en el cuerpo humano como un sustrato para la transformación en DHA y EPA, a través de la acción de las enzimas de saturación y elongación. Aunque la conversión del ácido α -linazalénico en DHA y EPA se ha determinado hace mucho tiempo, la relación matemática de ácidos grasos de carbono-18, w-6 y w-3, en la conversión de sus respectivos metabolitos de carbono-20 en los tejidos, se ha reportado sólo recientemente. En 1995 los proyectos financiados por Australian National Health and Medical Reserch Council, mostraron que un mayor contenido de ácido α -linazalénico en la dieta, aumentaba el contenido de EPA en los tejidos humanos, en una forma predecible. Se determinó una relación lineal entre la incorporación de ácido graso α -linazalénico de origen vegetal y la concentración de EPA en plasma y en los folículos celulares. También una investigación publicada en 1997 por la Sociedad Americana para la Nutrición Clínica, comparó los efectos de suministrar ácido graso α -linazalénicos de origen vegetal, con los ácidos grasos DHA y EPA de origen marino en cuanto a factores hemostáticos en seres humanos y no pudo demostrar que eran estadísticamente diferentes.

La CHÍA posee el porcentaje más alto de ácidos grasos poli-insaturados α -linazalénico y linazalénico de todos los cultivos. Le siguen el cártamo y el girasol con 75 y 67% respectivamente. Esta diferencia es aún mayor si se considera que el cártamo y el girasol no tienen ácido graso α -linazalénico (Omega 3). El aceite de colza también ofrece un alto grado de insaturación (67%), pero esto debido a su alto contenido de ácido oleico (monoinsaturado), con un contenido relativamente bajo (27%) de ácidos grasos poli-insaturados.

CHIA CHILE (Cortesía)

La semilla de CHÍA posee 19-23 % de proteína; este porcentaje se compara favorablemente con otros granos nutricionales como el trigo (14%), maíz (14%), arroz (8,5%), avena (15.3%), cebada (9.2%) y amaranto (14.8%). Sin embargo, a diferencia de otros granos aminoácidos de la proteína de CHÍA (Tabla 2) **no tienen factores limitantes en la dieta de las personas adultas**. Otros granos están limitados en términos de dos o más aminoácidos.

La semilla de CHÍA también es una buena fuente de vitamina "B" (Tabla 3), calcio, fósforo, potasio, zinc y cobre (Tabla 4).

Los extractos de agua y metanol de la semilla de CHÍA una vez que se ha prensado y extraído el aceite, demostraron una fuerte actividad **antioxidante**. Los antioxidantes más importantes son el ácido clorogénico, el ácido cafeico, myricetin, quercetín y kaempfenol flavonols (Tabla 5). Las actividades de antioxidante, agregación **antiplaquetaria** (obstrucción de las arterias por el colesterol), antiinflamatorio, antimutagénico y antiviral de flavonol, se ha demostrado in vitro. Los estudios epidemiológicos indican que un alto nivel de consumo de alimentos y bebidas ricos en flavonol pueden proteger contra las **enfermedades cardiovasculares, embolia, cáncer de pulmón y de estómago**.

Dado que la oxidación en la CHÍA es mínima a nula, mantiene un gran potencial dentro de la industria alimenticia, comparada con otras fuentes de ácido graso α -linazalénico como el linaza que muestra una descomposición rápida debido a la ausencia de antioxidantes. El linaza también contiene cynoglycosidos y compuestos antagónicos a la vitamina "B6". **Descubrimientos científicos recientes, muestran que los niveles bajos de vitamina "B" en la sangre están asociados con un riesgo creciente de enfermedades coronarias fatales y embolia.**

Una vez que el aceite ha sido extraído de la semilla de CHÍA, el material remanente contiene un 40-60 % de fibra. **La semilla posee un 5% de fibra soluble que aparece como mucílago al colocarla en agua y es útil como fibra dietética.** Por lo tanto, la CHÍA no sólo es importante por su valor nutritivo, sino también por su "naturaleza espesante", importante dentro de la industria cosmetológica y otras aplicaciones.

También la biomasa de la CHÍA tiene aceites esenciales en abundancia, con una importancia comercial significativa en la industria de sabores y fragancias. De los 52 componentes detectados, los principales son: β -caryophyllene (13.3 – 35.7%), globulol (12.8 – 23.4%), γ -muurolene (4.4-17.6%), β -pinene (2.5-15.1%), α -humulene (3-6.1%), germaquene-B (1.8-5%), wyddrol (1.3-2.4%) y en cantidades menores β -Bourbonene, linalool, valencene y T-cardinol.

TABLAS

Tabla 1: Contenido de aceite y composición de los ácidos grasos de la semilla de CHÍA (Ayerza 1995)

Ubicación (1)	Contenido de Acidos grasos					
	%	18:3 (%)	18:2 (%)	18:1 (%)	18:0 (%)	16:0 (%)
Guerrero	35.6b	63.4 a	19.8b	7.3c	3.3b	6.2b
Hidalgo	38.6 a	62.7b	20.2ab	7.8b	3.1b	6.3b
CHÍApas	35.9b	62.4bc	20.8 a	7.3c	3.1b	6.4b
Morelos	37.4ab	62.0c	20.3ab	7.6bc	3.1b	7.1 a
Michoacán	32.3c	60.7d	20.3ab	8.2 a	3.7 a	6.9 a

Nota: 18:3 α -linazalénico; 18:2-linazalénico; 18:1-oleico; 18:0-estearico; 16:0 palmitico. Dentro de la columna las medidas seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes

CHIA CHILE (Cortesía)

al nivel de probabilidades de 0.5% de acuerdo al nuevo test de rango múltiple de Duncan; (1), lugares de México.

Tabla 2: Análisis del amino ácido de la proteína hydrolysate de la semilla de CHÍA (Ting et. al., 1990)

Muestra de amino ácido	CHÍA S (gr./16 gr. N)	CHÍA P (gr./16 gr. N)
ASP	7.64	7.36
THR	3.43	3.23
SER	4.86	4.43
GLU	12.4	13.65
GLY	4.22	4.03
ALA	4.31	4.41
VAL	5.1	5.32
CYS	1.47	1.04
MET	0.36	0.36
ILE	3.21	3.35
LEU	5.89	5.99
TYR	2.75	2.75
PHE	4.73	4.77
LYS	4.44	3.6
HIS	2.57	2.45
ARG	8.9	6.63
PRO	4.4	3.92
Total	80.64	79.52

Nota: S: extracción de solvente, P: extracción con prensa.

Tabla 3: Contenido de vitamina de la semilla de CHÍA en base a peso seco (Bushway et. al., 1981)

Niacin (μ g/g semilla)	Rivoflavin (μ g/g semilla)	Thiamin (μ g/g semilla)	Vitamina A (i.u/g semilla)
82.50 + 2.50	2.13 + 0.21	14.42 + 1.16	43.0 + 0

Tabla 4: Elementos esenciales en semilla de CHÍA sin aceite, en base a peso seco (Bushway et.al., 1981)

Elemento	Muestra de CHÍA Ppm mg/100gr.	% RDA de 1 Muestra de 1 oz	
MACROELEMENTOS			
Ca	8700	870	30
K	8900	980	---
Mg	4660	466	38
P	9220	922	33
MICROELEMENTOS			
AI	442	44.2	---
B	9	0.9	---
Cu	24.5	2.45	---

CHIA CHILE (Cortesía)

Mn	58.5	5.85	---
Mo	1.9	0.19	---
Zn	74	7	---

Nota: Cada valor representa la medida de cinco muestras.

Tabla 5: Concentración de antioxidantes en extractos de semilla de CHÍA (Taga et. al., 1984)

Compuesto	Concentración (mol/kg. de semilla de CHÍA)
I. NO HIDROLIZADOS	
Flavonoles	---
Acido cinámico	---
Acido cafeico	6.6×10^{-3}
Acido clorogénico	7.1×10^{-3}
II. HIDROLIZADOS	
Flavonoles	---
Mycetin	31.1×10^{-3}
Quercetin	0.2×10^{-3}
Kaempfenol	1.1×10^{-3}
Acido cinámico	---
Acido cafeico	13.5×10^{-3}

LA CHÍA COMO FUENTE DE ACIDOS GRASOS OMEGA-3 PARA CONSUMO HUMANO Y ANIMAL

En la actualidad, existen en el mercado diversos productos alimenticios enriquecidos con ácidos grasos omega-3, éstos se obtienen incluyendo en los alimentos semilla de linaza, de CHÍA, aceite/harina de pescado y algas marinas. También se utiliza como ingrediente en las dietas de animales para enriquecer el producto final.

Aunque estas cuatro materias primas tienen un alto contenido de ácidos grasos omega-3, existen notables diferencias entre ellas, en cuanto a factores de mercado, tales como: disponibilidad, seguridad en la entrega, uniformidad, precios, etc. Otro factor importante es la composición química total y sus efectos fisiológicos y nutricionales en la salud, tanto de las personas, como de los animales.

En el "Simposium On Omega-3 Fatty Acid, evolution and Human Health" (Washington, D.C. 23-24 de septiembre de 2002), organizado por Belovo, S.A., se presenta el primer acercamiento al tema en el trabajo intitulado: "CHÍA as new source of omega-3 fatty acids: advantage over other raw materials to produce omega-3 enriched eggs". El propósito del mismo es comparar los efectos de la CHÍA con otras materias primas disponibles, no sólo para la producción de huevos, sino también en el metabolismo de otros animales y de los seres humanos.

Origen

De todas las materias primas utilizadas, sólo el linaza (*Linum usitatissimum L.*) y la CHÍA (*Salvia hispánica L.*) tienen su origen en cultivos agrícolas. Ambas son especies vegetales con la mayor concentración de ácido graso alfa-linazalénico omega-3 (Tabla

CHIA CHILE (Cortesía)

1), conocida hasta la fecha (Ayersa 1995, 1996; Coates y Ayensa 1996, 1998; Oomah y KenaseHuk, 1995). Estas semillas, fuente de omega-3, a menudo se utilizan molidas como ingrediente alimenticio, o en forma natural como suplemento dietético. En la Tabla 2 se incluye una comparación nutricional completa.

Las otras dos fuentes disponibles son de origen marino: las algas y el aceite/harina de pescado. Ambas fuentes contienen ácidos grasos omega-3 de la cadena larga, DHA y EPA, respectivamente (Tabla 3). **Al comparar la composición del aceite de las cuatro fuentes, se puede ver que las terrestres tienen un contenido mayor de omega-3 que las de origen marino (tabla 4).**

La CHÍA y el linaza (linaza) se cultivan en tierras agrícolas y todas las operaciones están mecanizadas. **La Linaza crece en regiones templadas y templadas frías y la CHÍA requiere climas tropicales y subtropicales.** Aunque ambos cultivos tienen una extensa historia agrícola, la del desarrollo de la CHÍA se vio interrumpida en el siglo XVI, cuando los conquistadores invadieron América, después del descubrimiento de Cristóbal Colón. La CHÍA fue perseguida hasta casi su extinción, por considerársele sacrílega, debido a que constituía el principal elemento de las ceremonias religiosas dedicadas a los dioses aztecas (Sahagún 1579). Por el contrario el linaza (linaza), primero en Asia y Europa y luego en América, continuó con su evolución ininterrumpida y hoy cuenta, además de las variedades tradicionales ricas en ácido omega-3, con variedades ricas en ácidos grasos omega-6 e incluso variedades modificadas a través de la ingeniería genética ya aprobadas para su cultivo y comercialización en los Estados Unidos, Canadá y otros países (Health Canada 1999; United States Department of Agriculture, 1999; Canadian Food Inspection Agency, 1998).

El aceite de pescado depende casi exclusivamente de la pesca oceánica y las algas, que inicialmente eran plantas salvajes, hoy se cultivan artificialmente en estanques de agua salada.

Nutrición

Tanto el pescado como la CHÍA se han utilizado en dietas humanas por miles de años. El pescado ha constituido el alimento principal de las poblaciones establecidas en las costas oceánicas fluviales. Aunque el uso de este recurso está decayendo (Organization for Economic Cooperation and Development, 1998; Chipello, 1998), aún es la dieta básica de algunas regiones. Sin embargo, no se aplica lo mismo a su aceite, dado que sólo el que proviene de la especie conocida como **menhaden ha sido calificado como seguro** (GRAS-Generally Recognized as safe) por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos - FDA (Food and Drug Administration, 1999; Becker y Kyle, 1998).

Muchas personas están limitadas en el uso del pescado debido a las alergias, tanto alimenticias, como ocupacionales que el pescado genera. Las reacciones al pescado, reconocido como potente alergénico, se encuentran entre las alergias alimenticias más comunes, tanto en niños como en adultos (Hebling et. al., 1996; James et. al., 1997; Hansen et. al., 1997; Madsen, 1997).

La alergia es hoy una de las causas (y en crecimiento) líder de enfermedad y muerte, particularmente en los niños pequeños. Se ha documentado en varios países un aumento en la presencia de estos desórdenes (Chandra, 2002). La frecuencia de la alergia al pescado varía de acuerdo a la geografía y a la exposición. En Suecia cerca del 39% de la población pediátrica es alérgica al pescado y en España, la cifra varía entre el 18 y el 30%. De las alergias que existen en Europa, el 22% son con respecto al pescado (Pascual et al, 1992). En Francia la alergia en adultos es de 4.4% y 12.7% para pescados y mariscos respectivamente (Moneret-Vautrin, 2001).

Al mismo tiempo, las reservas de pescado en el mundo, están disminuyendo por la excesiva explotación de este producto y la contaminación en vías acuáticas. **La gran concentración de sustancias tóxicas en los peces marinos, es hoy día motivo de gran preocupación. Un estudio reciente monitoreó los contaminantes orgánicos (3 14 PCB, DDT, oxychlordane y otros) en la sangre de madres de seis países alrededor del polo norte (Groenlandia, Canadá, Islandia, Noruega, Suecia y Rusia). Los resultados demostraron que los contaminantes orgánicos persistentes se encontraban en mayor cantidad en las poblaciones Inuit (Esquimales), coincidiendo con el hecho de que su alimento principal es de origen marino. Las concentraciones de PCBs en la sangre de madres de Groenlandia, fueron 3.7 mayores que el nivel de alerta, de acuerdo a los valores de la guía canadiense de PCBs en sangre para mujeres en edad reproductiva. Las poblaciones Inuit de Groenlandia se alimentan tradicionalmente de pescado y otros animales marinos como focas y pequeñas ballenas (Helm et. al., 2001; Hansen, 2000). Estos descubrimientos concuerdan con un estudio realizado en Suecia, en el que se demostró que las poblaciones consumidoras de grandes cantidades de pescado (incluyendo salmón y arenque) en sus dietas, acumulan en la grasa corporal niveles de dioxina mucho más altos que las personas que no lo consumen (Svensson et. al., 1991).**

La autoridad de Alimentos Seguros de Irlanda (IFSA), realizó una encuesta para examinar la contaminación de dioxina y PCB en aceite e hígado de pescado vendidos en el país para consumo humano. IFSA determinó que las cápsulas de aceite de pescado, utilizadas como complemento nutricional, presentaron exceso en los rangos fijados por la Unión Europea: diez de los quince suplementos analizados dieron niveles mayores a los permitidos (Food Safety Authority of Ireland, 2002).

Inicialmente se creyó que una solución parcial a los problemas descritos, se encontraría en la acuicultura, sin embargo, la acuicultura a través de los métodos de alimentación empleados, puede por sí misma dañar significativamente los ecosistemas con pérdidas de reservas de pescado. Además el valor nutricional de los pescados producidos depende del alimento y los niveles de ácidos grasos omega-3 pueden ser extremadamente bajos, como se verá más adelante (Alasalvar et al, 2002; Hunter y Roberts, 2000; Wahlqvist, 1999).

El linaza (linaza) y las algas marinas nunca fueron consideradas recursos nutricionales importantes en la historia de la humanidad. Es más, el linaza ha sido fuertemente cuestionado por una cantidad de factores que interfieren en el desarrollo normal de hombres y animales. El linaza es utilizado esencialmente para la manufactura de productos industriales como: recubrimientos, pinturas y barnices.

La restricción de la semilla de linaza (linaza) en el uso humano (muchas personas lo usan en sus dietas como adelgazante) y animal se debe principalmente a la presencia de cianoglicósidos tóxicos (linamarin) y a factores antagónicos de la vitamina B6 (Vetter 2000, Center of Alternative and Animal Products, 1995; Stitt, 1998; Butler et al., 1965). Recientes descubrimientos demuestran que los niveles bajos de vitamina B6 en la sangre están asociados con un riesgo creciente de enfermedades cardiovasculares fatales y apoplejía (AmericanHeath Association, 1999).

La homocisteína; una sustancia no proteica que forma aminoácido de azufre y que no es un constituyente dietario normal, se eleva cuando el ácido fólico y los niveles de vitaminas B son inadecuados (Hertzlich et. al., 1996; Selhub et. al., 1996). **Los investigadores creen que cuando las células corporales mandan demasiada homocisteína a la sangre, el interior de las paredes arteriales se irritan, fomentando así la formación de placas-depósito de**

grasa que se adhieren a las paredes arteriales (McBride, 1999). Actualmente se reconoce que una elevada concentración de homocisteína en suero constituye un factor de riesgo importante e independiente para las enfermedades cardio-vasculares y la apoplejía (Malinazaw, 1996, Boushey et. al., 1995).

Todas las variedades de linaza tienen factores antinutricionales, incluyendo la nueva variedad FP967, un organismo modificado genéticamente (GMO), que tiene una concentración de compuestos cianogénicos totales (linamarin, linustatin, neolinustatin total) que no es diferente de los tradicionales (Canadian Food Inspection Agency, 1998).

El consumo humano de la semilla de linaza está prohibido en Francia, Italia y usado con limitaciones en Alemania, Suiza y Bélgica (Le Conseil d'Etat, 1973). En los Estados Unidos, aunque el consumo humano no está prohibido, no tiene la aprobación de la FDA. Esto significa que bajo tales circunstancias, si una empresa decide incluir el linaza en la fórmula de un producto alimenticio, será responsable por la inocuidad del mismo Vanderveen, 1986).

Recientes trabajos en investigación en animales han advertido sobre la acción negativa de la linaza en la preñez y en su desarrollo reproductivo. Se han atribuido a la acción del compuesto denominado *diclycoside ecoisolariciresinol* (SDG) que a través de la acción microbiana, actúa en los mamíferos como depresor o potenciador estrogénico. **Se conoce al linaza como la fuente más rica de SDG y por lo tanto se recomienda especial cuidado si se consume durante el embarazo y la lactancia (Toug et. al., 1998; Richard y Thompson, 1998).**

Desde el punto de vista de las enfermedades **cardi coronarias**, las fuentes terrestres de Omega 3 muestran una ventaja muy importante sobre las algas y pescado, debido a que contienen una cantidad de ácidos grasos saturados (mirístico, palmítico y esteático) significativamente inferior. El aceite CHÍA tiene un contenido de aceites grasos saturados 2.8 y 5.1 veces menor que el aceite de menhaden (especie de robalo) y de algas respectivamente (Tabla 4). Los ácidos grasos saturados dietarios son factores de riesgo independientes asociados con las ECC (enfermedades cardi coronarias), sus efectos negativos en el colesterol LDL de la sangre, son mayores que los efectos del colesterol dietario (American Heart Association, 1988). Además, el ácido graso esteárico no es considerado hipercolesterolénico (Grundy, 1997, Bananote y Grundy, 1988), o mucho menos hipercolesterolénico que el palmítico y mirístico (Katan et. al., 1995., Nelson, 1992) y al comparar sólo el contenido total de éstos dos últimos ácidos grasos, la CHÍA tiene el 3.3 y el 7.1 veces menos cantidad que el aceite de menhaden y el de algas, respectivamente (Tabla 3).

Otra consideración importante acerca **del aceite de pescado es que contienen colesterol, pues son productos animales.** Las cantidades varían dependiendo la especie, por ejemplo; el contenido de colesterol para 100 grs., de aceite de sardina es de 710 mgs., de aceite de salmón, 435 mgs., de aceite de menhaden, 521 mgs. de aceite de arenque, 766 mgs. Y de aceite de hígado de bacalao, 570 mgs. (United States Department of Agriculture, 1999). **Esto es importante dado que la CHÍA, el linaza y las algas no contienen colesterol porque son especies vegetales.**

Recientemente se ha informado del empleo en dietas de pollo, de aceite de pescado como fuente de omega-3, debido a la facilidad de acceso al mismo. **Sin embargo, los aceites de pescado generalmente son subproductos obtenidos durante la preparación de harina de pescado y su composición que no es uniforme, cambia de acuerdo a las fuentes marinas y al grado de hidrogenación.** Esta variación en la composición de ácidos grasos, ha sido ampliamente reportada y concuerda con la época del año, el lugar, la especie, etc. En los

aceites de pescado comerciales, las variaciones son muy marcadas (*Valenzuela y Uauy, 1999; Sebedio, 1995; Aceman, 1992*). Por ejemplo el aceite de menhaden y el del hígado de bacalao, tienen niveles de EPA, aproximadamente de un 10%, mientras que el de sardina el 20% de ácido graso es EPA (Alexander et. al., 1995).

Además, los aceites de hígado de pescado y de bacalao tienen mayores niveles de vitamina A, que los aceites obtenidos al procesar el pescado completo. **Se ha demostrado que en pollos, como en otros animales que una gran cantidad de vitamina A dietaria antagoniza el estado de la vitamina E** (*McGuire et. al., 1997, Abawi y Sullivan, 1989; Tengerdy y Brown, 1977*).

Después de seis meses de ser alimentadas con un 3% de aceite de menhaden, gallinas activamente reproductivas aumentaron peligrosamente la lipidosis epática. (Van Elswyk, 1994), sugiere que el aceite de menhaden en la dieta de gallinas ponedoras, intensifica la actividad lipogénica del hígado.

Los efectos benéficos del pescado han recibido mucha atención. Sin embargo, los ácidos grasos EPA y DHA son fácilmente peroxidados, formando hidroperóxidos y sus productos de degradación secundaria, **que se cree son dañinos para las células. Hay fuerte evidencia de que los aldehídos derivados de los lípidos son realmente citotóxicos y la disponibilidad del agente evacuador celular GSH es un factor crítico para la desintoxicación de los aldehídos.** (*Sugihara et. al., 1994*). EPA y DHA se oxidan más rápidamente que los ácidos linazoleicos, alfa-linazalénicos y arancidónico y se convierten en productos de oxidación tóxicos (Cho et. al., 1987). La evidencia científica muestra que tanto EPA, como DHA pueden ejercer efectos benéficos para reducir el riesgo de enfermedades cardiocoronarias, sólo si la protección de los antioxidantes contra el estrés oxidante es suficiente para minimizar el daño peroxidativo de los tejidos lipídicos (*Song et. al., 2000*).

La oxidación de los lípidos alimenticios, constituye un grave problema, tanto para los consumidores, tanto para los fabricantes de alimentos. Si no se controla la oxidación puede producir, no sólo sabores extraños (conocido típicamente como sabor a pescado), **sino también promover el envejecimiento y las enfermedades degenerativas de la edad, como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas, declinación del sistema inmunológico y disfunción cerebral, de las cuales se quiere estar protegido, precisamente al ingerir ácido graso omega-3** (*Okuyama et. al., 1997*).

La semilla de CHÍA contiene una cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante, miricetina, quercetina, kaemperol y ácido cafeico. Estos compuestos son antioxidantes primarios y sinérgicos que contribuyen a la fuerte actividad antioxidante de la CHÍA (*Castro-Martínez, 1986, Taga et. al., 1984*). **La CHÍA es una fuente de omega-3 que elimina la necesidad de utilizar antioxidantes artificiales como las vitaminas. Se ha visto que las vitaminas antioxidantes anulan los efectos protectores de las drogas cardiovasculares. Una reciente investigación encontró que la combinación de vitaminas antioxidantes, como las vitaminas E, C y β -caroteno bloquean el aumento de los niveles de colesterol HDL (colesterol bueno) vistos con la droga simvastatina (un compuesto de protección cardiovascular) (Brown et. al., 2001). También, se demostró que la vitamina E promueve el proceso de oxidación cuando sobrepasa el nivel superior. Los límites inferiores y superiores están tan cerca, que cuando se mezclan los ingredientes para una alimentación animal, se dificulta acertar con la cantidad correcta (Leeson et. al., 1998).**

El problema de ingerir insuficientes antioxidantes, desaparece con una mayor cantidad de alfa-linolenicos de origen vegetal, lo que genera otra ventaja sobre los ácidos grasos omega-3 provenientes de productos de pescados y algas (Simopoulos, 1999).

Otro inconveniente que conlleva a la recomendación de aumentar las cantidades de EPA como fuente de ácidos grasos omega-3, son los posibles efectos inmunológicos adversos que resultan de las cantidades excesivas. Una cantidad de moderada a grande de EPA, puede disminuir la actividad del control natural de células (NK) en individuos saludables, aunque no ocurre lo mismo con el alfa-linolenico (Thies et. al., 2001). **Las células NK juegan un papel importante en la defensa local contra infecciones virales y la inmuno-vigilancia contra las células de tumores. (Lewis et. al., 1992).**

Tradicionalmente las algas no han sido parte de las dietas humanas o animales (a excepción de los peces y algunos mamíferos marinos). La necesidad de usar CINA como medio para el desarrollo artificial y solventes para extraer el aceite (Nitsan et. al., 1999; Bekcer y Kyle, 1988) son aspectos que sin duda, que desde el punto de vista del medio ambiente deberían someterse a revisión.

Debido a la disponibilidad de linaza (como aceite industrial) y a su precio relativamente bajo ha habido muchos intentos de utilizarlo en alimentación animal, como fuente ácidos grasos w-3, aunque sin mucho éxito. **Numerosas publicaciones científicas mostraron los efectos negativos que los factores antinutricionales de la linaza tienen en el desarrollo de las gallinas ponedoras, pollos, cerdos, animales de laboratorio, etc. (Treviño et. al., 2000; Toug et. al., 1999, Novak y Sheideler, 1998; Bond et. al., 1997 ; Ajuyah et. al., 1993 ; Bell y Keith, 1993 ; Batí, 1993, Bateerham et. al., 1991). Por lo tanto y con el fin de usar linaza en las dietas avícolas o de otros animales, las semillas deberían desintoxicarse previamente. Sin embargo, el proceso más eficiente requiere la utilización de solventes, aunque en ningún caso quedan completamente desintoxicados (Mazza y Oomah, 1995).**

Una revisión reciente comparó en el mismo experimento a la CHÍA con otras fuentes de ácido graso omega-3 (Ayerza, 2002). En ella se demostró la ventaja de la CHÍA sobre las dietas que incluyen aceite de pescado y linaza para la producción de huevos omega-3. Además, un trabajo de investigación que compara los efectos de la linaza y la CHÍA como fuente de omega-3, informa sobre los efectos negativos que tiene el linaza en la producción de huevos cuando es agregado a las dietas enriquecidas con CHÍA de gallinas ponedoras (Ayerza y Coates, 2001).

Considerando el contenido de ácido graso alfa-linolenico de la linaza y la CHÍA (Tabla 1) y la incorporación de ácido omega-3 en los huevos, **la CHÍA prueba que tiene una mayor eficiencia (230%), que el linaza (Ayerza, 2002).** Esta diferencia podría estar relacionada con los distintos compuestos antioxidantes de la linaza y la CHÍA y su influencia en la incorporación de ácido graso. (Ajuyah et al, 1993), se observó que incluyendo antioxidante en la dieta de pollos se produce un aumento significativo en los ácidos grasos omega-3, incorporados en la carne blanca; sin embargo, también se observó que los antioxidantes externos no mejoran la disminución del crecimiento corporal producido por la dieta de linaza.

También la mayor eficiencia en la deposición de ácidos grasos mostrada por la CHÍA, comparada con el linaza, podría estar relacionada con el proceso de la digestión de los lípidos. Numerosos factores son capaces de causar variaciones en los no-rumiantes, en la absorción intestinal y en la deposición de tejidos de las grasas y de los ácidos grasos. Estos factores incluyen la relación de ácidos grasos saturados: insaturados (Lessire et. al., 1996); mono-insaturado:poli-insaturado (Chang y Huang, 1998) y omega-6:omega-3 total (Wander et.al.,

1997) en la dieta. La utilización digestiva de los ácidos grasos varía de acuerdo a su posición en la molécula de glicerol; por lo tanto, las diferencias entre la posición del ácido graso alfa-linazalénico de la CHÍA y el linaza, podrían explicar la mayor incorporación de los ácidos grasos omega-3 de la CHÍA, respecto al linaza (Porsgaard y Hoy, 2000; Straarup y Hoy, 2000; Innis y Dyer, 1997; Lessire et. al., 1996).

Ninguno de los factores tóxicos de la linaza, o cualquier otro factor adverso se han encontrado en la semilla o el aceite de CHÍA (Ayensa y Coates, 2002, 2001, 2000, 1999, 1997; Lin, et. al., 1994; Weber et. al., 1991 Ting et., al., 1990, Bushway et. al., 1984). La CHÍA junto con el maíz y los frijoles han sido el elemento central de muchas civilizaciones precolombinas de América, incluyendo a los Mayas y los Aztecas y el Linaza no.(Sahagún, 1579).

El metabolismo de los ácidos grasos omega-3 en personas y animales

El mecanismo por el cual la dieta enriquecida en dieta ácido graso omega-3, reduce la mortalidad en las enfermedades cardiocoronarias (ECC) sigue siendo controversial. La literatura reciente, muestra una gran discusión del rol de los diferentes ácidos grasos omega-3 en el cuerpo de las personas y de los animales y la manera de obtener niveles óptimos, tanto para el crecimiento y desarrollo normales, como para la prevención y tratamiento de las ECC y otras enfermedades.

El ácido graso alfa-linazalénico no puede sintetizarse de nuevo y es por eso que se le llama ácido graso esencial, pero en el cambio EPA y DHA pueden formarse a partir de alfa-linazalénico. Los seres humanos de cualquier edad, incluso desde antes de nacer, convierten el ácido graso alfa-linazalénico en DHA (Brenna, 2002; Billeaut, et. al., 1997). También se ha observado este proceso en otras especies (Ayerza y Coates, 2000). Sin embargo, la eficiencia de esta conversión, dentro de la especie (dependiendo de la edad) y entre otras especies, es hoy tema de controversias (Simopoulos, 2002), generando una fuerte discusión. Por tal motivo, se está buscando la manera más conveniente de proveer ácido graso omega-3, tanto a hombre como a animales. El principal punto de discusión se produjo por el escaso conocimiento científico disponible sobre las funciones bioquímicas y fisiológicas de los ácidos grasos omega-3 en general y del alfa-linazalénico en particular. La aceptación general de que la función del alfa-linazalénico, era tan sólo ser un precursor de los ácidos grasos poli-insaturados de la cadena larga y el hecho de que los primeros estudios epidemiológicos se realizarán en poblaciones que comían gran cantidad de pescado, fueron los principales responsables de una subestimación temprana del ácido graso alfa linazalénico (Lauritzen et.al., 2001).

Sin embargo, los recientes resultados de estudios epidemiológicos y controlados sobre el rol biológico del ácido graso alfa-linazalénico en las personas y los animales están cambiando el escenario de las fuentes de omega-3. La evidencia que surge al observar a los vegetarianos que no sufren problemas con las dietas que no contienen DHA, apoya estos cambios de opinión (Li et. al., 1999). Mientras tanto Williard et al (2001), encontraron que cuando se agregan cantidades crecientes de DHA preformado, la síntesis del DHA en astrositos se reduce, pero no se desaparece, aún cuando el DHA preformado se aumente a concentraciones muy grandes. Este resultado es consistente con datos de Ezaki, et. al., (1999), que encontraron, después de suministrar alfa-linazalénicos durante diez meses a voluntarios mayores (67 a 91 años de edad) de Japón, un aumento de DHA en suero. Los autores quedaron sorprendidos, pues en estos voluntarios, la ingesta regular de omega-3 de cadena larga proveniente del pescado era considerable. Williard et. al., (2001), concluye que, determinados de síntesis de DHA persisten en los astrositos, incluso cuando hay disponible exceso de DHA, lo que sugiere que la síntesis de DHA a partir del alfa-linazalénico es un proceso constitutivo que se requiere para completar las funciones esenciales en el cerebro.

Recientemente Fu y Sinclair (2000) basados en un experimento controlado con caballos, sugirieron que el ácido graso alfa-linazalénico puede tener una función en relación **con la piel**, tal vez como lípido secretado por las glándulas sebáceas, para protegerla de daños como los producidos por el agua, la luz u otros agentes. Los autores concluyen que si hay en las personas una deposición sustancial de este ácido graso, vía las glándulas sebáceas se podría explicar por qué el alfa-linazalénico raramente se acumula en la mayoría de los tejidos. Cantidades sustanciales alfa-linazalénico en la piel sugieren que ésta podría ser un reservorio importante de omega-3 en el cuerpo. Además Yli-Jama et. al., (2001) determinaron una correlación muy significativa, entre el contenido en porcentaje de alfa-linazalénico en el tejido adiposo y en los ácidos grasos libres del suero y también entre la ingesta y el tejido adiposo de los seres humanos.

Como los mamíferos y las aves, los peces no forman de nuevo ácidos grasos omega-3. Necesitan fuentes dietarias para completar sus requerimientos nutricionales. Aunque algunas especies itícolas tienen una demanda específica de ácidos grasos, en general y a diferencia de los mamíferos y de las aves, la mayoría de los peces marinos requieren ácidos grasos omega-3 altamente poli-insaturados (EPA y/o DHA) mientras que los peces de agua dulce, necesitan ácidos grasos omega-3 alfa-linazalénicos o bien EPA/DHA, o bien una mezcla de ambos tipos (Webster y Lin, 2002; Sargent et. al., 199). Algunos peces como la trucha arco iris (*Oncorhynchus sp.*), Milkfish (*Chanos chanos*) Chanell Catfish (*Ictalurus punctatus*) e Indian Major Carps (*Catla catla*, *Labeo rohita*, y *Cirrhinus mrigala*) pueden alargar y desaturar la cadena de ácidos grasos omega-3 a partir del alfa-linazalénico obtenido de la cadena alimentaria (Ardí, 2002; Lim et. al., 2002, Murphy, 2002; Robinson y Li, 2002) sin embargo, otros peces como el Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) son incapaces de usar alfa-linazalénico como ácido graso esencial y requiere EPA y DHA (Masumoto, 2002), o bien tienen una capacidad reducida de alargar y desaturar los ácidos grasos de cadena corta, como el Red Drum (*Sciaenops ocellatus*) y el Coregonids (*Coregonus sp.*) (Gatlin, 2002; Dabrowski et. al., 2002).

Entonces para producir con acuicultura peces que tengan el contenido de EPA y DHA típico de los peces de mar se los debe alimentar agregando a la dieta aceite/harina de pescado. Los requerimientos alimenticios para producir 2 kgs. de pescado son de 3 kgs. de peces o entrañas de pez, lo que añade otro interrogante a la sustentabilidad de la acuicultura como fuente de ácidos grasos omega-3, tanto para hombres como para animales (Leaf, 2002).

La Unión Europea tiene una legislación que prohíbe ingresar en la cadena alimenticia ciertos subproductos animales reciclados, que incluyen harina de pescado para rumiantes, con el fin de prevenir casos de encefalopatía bovina (BSE o vaca loca) (Comisión of the European Communities, 2000). Así mismo está la decisión de enmienda prohibiendo alimentar con harina de pescado a todos los animales de granja cuidados, engordados o criados para la producción alimenticia, excepto a los peces de acuicultura (Comision of the European Communities, 2000). En un intento de controlar la BSE, la Unión Europea, prohibió importar harina de pescado de Chile y Perú, dos de los mayores productores del mundo a partir del 11 de Enero de 2002 (Agroenlinea, 2002).

El objetivo principal en la comercialización de productos enriquecidos en omega-3, es que actúan como fuentes confiables de ácido graso para el consumo humano y animal y no que tengan un alto contenido de EPA, DHA o alfa-linazalénico. En el caso de la CHÍA y el linaza, el ácido graso alfa-linazalénico que las semillas transmiten al huevo de gallina, a la carne de pollo, la leche de vaca, carne de cerdo, etc., actúa en el cuerpo humano como sustrato para la transformación en EPA y DHA a través de la acción de las enzimas desaturasa y elongasa. Aún cuando la conversión de ácido alfa-linazalénico en EPA y DHA se ha determinado con anterioridad, solo recientemente se informó sobre la relación matemática entre los ácidos grasos

de 18-carbonos omega-3 y omega-6 en la concentración de los tejidos de sus respectivos metabolitos de 20-carbonos (*Muggli y Clough, 1994*).

En 1995, los proyectos de investigación financiados por el Consejo Nacional Australiano de Salud e Investigación Médica y publicados en los Estados Unidos, mostraron que un alto contenido de ácido alfa-linazalénico en la dieta, aumenta el contenido de EPA en los tejidos de una manera predecible. Se determinó una relación lineal entre la incorporación de ácidos alfa-linazalénicos de origen vegetal y la concentración de EPA en plasma y en los fosfolípidos celulares (*Mantzioris et al, 1995*). De igual manera, los trabajos de investigación publicados en 1997 por la Sociedad Americana para la Nutrición Clínica (EE.UU.), comparando los efectos de suministrar ácido graso alfa-linazalénico de origen vegetal con ácidos DHA y EPA de origen marino en los factores hemostáticos en seres humanos, no pudieron probar que hubiera diferencias estadísticamente significativas. (*Freese y Mutamen, 1997*).

Un estudio piloto realizado en el Centro de Investigación y Nutrición Humana de Betsville, Maryland, EE.UU., demostró que el ácido alfa-linazalénico dietario es un modulador efectivo de la biosíntesis de tromboxanos y prostaciclina; por lo tanto, se deberá esperar que los efectos del alfa-linazalénicos sean similares a aquellos producidos por los lípidos marinos (*Ferreti Flanagan, 1996*).

Una importante cantidad de trabajos epidemiológicos y controlados, sostienen que el consumo de alfa-linazalénico como fuente de ácidos grasos omega-3 está asociado con una reducción en el riesgo de sufrir enfermedades cardiocoronarias y otras enfermedades cardiocoronarias (*Bemelmans et. al., 2002; Hiroyasu et. al., 2001; Mantzioris et. al., 2000; Li et, al., 1999; Hu et. al., 1999; Loria y Padgett, 1997; Sing et. al., 1997; Lorgeril et. al., 1994; Indu y Ghafoorunissa, 1992; Renaud et al 1986a, 1986b*). Del mismo modo, un ensayo comparativo entre personas que recibía ácido graso alfa-linazalénico con la ingestión de semillas de CHÍA y un grupo placebo, encontró que los niveles de HDL y triglicéridos eran diferentes entre los grupos, favoreciendo al del consumo de CHÍA (*Coates y Ayensa, 2002*). La composición nutricional del suplemento de CHÍA utilizado en este ensayo se encuentra en el trabajo titulado **“Nutrientes de la semilla de CHÍA y su relación con los requerimientos humano diarios”**.

Por otro lado, grandes cantidades de DHA inhiben la acción de las encimas $\Delta 5$, $\Delta 6$ a nivel de los ácidos grasos esenciales linazalénico (omega-6) y alfa-linazalénico (omega-3). Aunque esta acción no debería afectar la cantidad total de ácidos grasos de cadena larga omega-3, lo hará en el caso de los ácidos omega-6, causando por lo tanto un desequilibrio en la relación omega-6:omega-3, considerada vital para el buen funcionamiento del cuerpo humano (*British Nutrition Foundation, 1992; Simopoulos y Robinson, 1998; Simopoulos, 1989*).

Las yemas de huevo provenientes de gallinas ponedoras alimentadas con dietas enriquecidas con CHÍA muestran un aumento significativo, no sólo del ácido graso alfa-linazalénico, sino también de DHA. Al igual que los seres humanos, las gallinas demostraron tener la capacidad de aumentar el DHA con la desaturación y elongación del ácido graso alfa-linazalénico en sí hígado, pues la semilla carece de DHA (Tabla 1). Los huevos de gallinas alimentadas con dietas de CHÍA al 7% y al 14% tienen una relación alfa-linazalénico: DHA de 1.8 y 3.1, respectivamente (*Ayensa y Coates, 2000*). **Esta relación entre el ácido graso esencial alfa-linazalénico metabolito DHA es igual a la encontrada en la leche humana.**

Las distintas organizaciones involucradas en el cuidado de la salud humana, que han aconsejado sobre el nivel necesario de consumo de ácidos grasos omega-3, incluyen el ácido alfa-linazalénico en sus recomendaciones, como así también al DHA o EPA; sin embargo sólo al primero, precursor de los otros dos se le fía un límite mínimo de ingestión. (*Food and*

CHIA CHILE (Cortesía)

Agricultural Organization, 1994; British Nutrition Foundation, 1992; Canada (Dep. of) Health and Welfare, 1990).

Aunque hay variaciones entre las recomendaciones hechas por los nutricionistas en la relación a los diferentes ácidos omega-3 de la dieta, especialmente entre el alfa-linazalénico y DHA, ellos coinciden en que el contenido de alfa-linólenico debe ser mucho mayor que el contenido de DHA, siempre dentro de los límites que ambos ácidos grasos tienen en la leche humana. Esta tiene una relación DHA : alfa-linazalénico de 1:2.2; 1:2.2; 1:2.7; 1:3.3; 1:3.6; 1:4; y 1:8, en mujeres de Alemania, Francia, Cuba, Nigeria, Japón, China y Nepal, respectivamente (*Jensen y Lammi-Keefe, 1998; Yonekubo et.al, 1998; Vander Jagt et. al., 2000; Glew et.al., 2001; Krasevec et. al., 2002*). En Estados Unidos, la relación entre alfa-linazalénicos : DHA de la leche materna para mujeres de Maryland, Connecticut y Oklahoma es de 1:4.4; 1:2.1 y 1:5, respectivamente (*Bitman et. al., 1981; Henderson et. al., 1992, cited by Nettleton, 1995; Jensen et. al., 2000*). Es conocida la variación individual del contenido de ácido graso en la leche humana: por ejemplo, en DHA se observó una variación de 0.04 a 0.25% de los ácidos grasos de la leche total (*Nettleton, 1994*). Sin embargo, dentro del contenido total de ácidos omega-3, el nivel del ácido alfa-linazalénico es siempre significativamente mayor que el contenido de DHA.

Los huevos de gallinas alimentadas con dietas de CHÍA tienen una relación entre el ácido graso esencial alfa-linazalénico y su metabolito DHA, similar a la encontrada en la leche materna de mujeres de Alemania, Francia, Cuba, Nigeria, Japón y China. También los rangos de DHA : alfa-linazalénicos de los huevos de gallina alimentadas con dietas con 7% de CHÍA, **son similares a los dos huevos de gallinas alimentadas en condiciones de pastoreo libre, consumiendo vegetales de hoja verde, fruta fresca y seca, insectos y ocasionalmente lombrices** (*Simopoulos y Salem, 1992*).

Por último, el objetivo no sólo de no aumentar el riesgo de sufrir una enfermedad cardiocoronaria incluyendo huevo en la dieta, sino también de reducir tal riesgo, se alcanzó con la ingesta de huevo enriquecido con omega-3, agregando una fuente de ácido alfa-linazalénico a la dieta de las gallinas. Trabajo comparativos de huevos regulares y huevos enriquecidos en omega-3 utilizando ácidos alfa-linólenicos en la dieta de las gallinas e incluyendo tales huevos en dietas humanas, han probado la capacidad de estos últimos, de disminuir el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular, al reducir el contenido de triglicéridos y colesterol en plasma y además, la presión sanguínea. Por el contrario los huevos normales aumentaron estos parámetros y por lo tanto, la posibilidad de sufrir una enfermedad cardiocoronaria (*Ferrier et. al., 1995; Sim y Jang, 1994; Ferrier et. al., 1992; Oh et. al., 1991*). **Los resultados recientes de un ensayo comparativo mostraron que los huevos enriquecidos con alfa-linólenico producen una reducción de la "agregación plaquetaria en las arterias" significativamente más profunda que los huevos enriquecidos con DHA; estas observaciones sugieren la existencia de un mecanismo independiente por el cual el alfa-linazalénico reduce la agregación plaquetaria** (*Van Elswyk et. al., 200*).

La fuerte reducción en los ácidos grasos saturados totales y especialmente del ácido graso palmítico encontrado en los huevos (hasta el 30.6%) y en la carne de pollo (hasta un 20.6%) de aves alimentadas con CHÍA, indica para estos productos enriquecidos en omega-3, una ventaja adicional desde el punto de vista nutricional. Investigaciones recientes sugieren que la reducción en el contenido de los ácidos grasos saturados en los productos avícolas depende de la alimentación, lo que le da a la CHÍA una gran ventaja comparada con los productos derivados del pescado, las algas y el linaza (*Ayerza et. al., 2002; Ayerza y Coates, 2001 y 2000*).

Características organolépticas

CHIA CHILE
Av. 11 de Septiembre 1881 Of 2305 Providencia
Tel 481-0860 chiachile@chiachile.cl
www.chiachile.cl

La "Encuesta Enfocada a la Salud" es de carácter nacional en los Estados Unidos, respecto de las preferencias y tendencias en ese país, que se realiza cada dos años desde 1990. La encuesta del año 2000 mostró que la mayoría de los encuestados creen que, más allá de la nutrición básica, pueden ofrecer beneficios que alcanzan la nutrición funcional para la prevención de enfermedades y el mejoramiento de la salud. Sin embargo, el primer obstáculo para realizar elecciones naturales, es el sabor. Hoy, más que nunca, los consumidores no quieren comprometer el sabor, por los beneficios de la salud (*Gilbert, 2000*).

Los alimentos hechos con linaza y lípidos marinos o con productos de animales con una o más de estas materias primas icomo fuente de omega-3, tienen un olor típico, generalmente reconocido como "olor o sabor a pescado" (*Ayerza, 2002;; Ayerza y Coates, 2001; Word et. al., 1999; Warnants et. al, 1998; Romans et. al., 1995*).

Los huevos puestos por gallinas alimentadas con semillas de linaza tienen un olor característico (desagradable), similar a las de las gallinas alimentadas con aceite de pescado (*Van Elswyk et. al., 1995; Caston et. al., 1994; Jiang et. al., 1994; Van Elswyk et. al., 1992; Adam et. al., 1989; Koeheler y Bearnse, 1995*). Además varios ensayos demostraron un creciente sabor residual (off flavor) en carne de pollo (negra y blanca) al agregar mayores porcentajes de semilla de linaza y productos de pescado en sus dietas. El sabor/gusto extraño (off flavor) se vió afectado con un contenido de aceite de pescado y semillas de linaza muy bajo: 1.5% y 5%, respectivamente (*González-Ezquerria y Leeson, 2000; López Ferrer et. al., 1999; Hargis y Van Elswyk, 1993; Ratanayake et. al., 1989; Millar y Robisch, 1969; Holdas y May, 1966; Fry et. al., 1965; Hardin et. al., 1964*). En contraposición, la aceptación y el sabor de ambos tipos de carne (negra y blanca) de pollo, no fue significativamente diferente ($P>0.05$) entre las dietas con alto contenido de CHÍA y la dieta de control (*Ayerza, et. al., 2002*).

La diferencia en las características organolépticas de huevos y carne producidos con linaza y con CHÍA, pueden deberse a la acción de los poderosos antioxidantes, que se encuentran en la CHÍA y no así en el linaza (*Shukla, et. al., 1996; Internacional Flora Technologies, 1990; Castro-Martínez et. al., 1986; Taga et. al., 1984*) y/o entre la interacción entre los otros componentes de la linaza y la fisiología de las aves (*Marshall et. al., 1994*). **En el caso de los productos de pescado, el típico olor se debe a la inestabilidad de DHA y EPA con respecto al ácido alfa-linazalénico y a la ausencia de antioxidantes naturales capaces de preservarlos de este proceso degenerativo** (*Shukla y Perkins, 1993*).

En un trabajo hecho en los Estados Unidos que comprendió cinco ciudades, se demostró que los consumidores, generalmente son renuentes a los productos avícolas que huelen o saben a pescado (*Marshall et. al., 1994*). **La ausencia de las características organolépticas típicas en los huevos puestos por gallinas alimentadas con CHÍA en carne de pollos alimentados con la misma CHÍA, representa una ventaja comparativa, muy sobresaliente para este grano, en detrimento de los subproductos de linaza y pescado** (*Ayerza et. al., 2002; Ayerza y Coates, 2002, 2001 y 1998*).

Según la información comercial disponible, los huevos y carne producidos con el empleo de algas marinas carecen de sabor o gusto a pescado pero, aún no ha sido posible identificar estudio científico alguno que sostenga este hecho. Puede encontrarse una referencia indirecta sobre los sabores extraños en huevos y carne producidos con dietas enriquecidas con algas, en un trabajo no científico (*Abril et. al., 2000*), allí se menciona que incluyendo hasta 1% de algas en dietas de gallinas ponedoras, no hay una gran disminución de la aceptación general de los huevos en lo que se refiere a sabor y aroma. A pesar que no hay información científica a favor o en contra de esto, el alto contenido e inestabilidad de oxígeno en el DHA, necesariamente transmitir a los huevos y carne producidos con grandes cantidades de algas, condiciones organolépticas indeseadas.

No todas, pero algunas algas marinas mostraron actividad antioxidante, en relación del contenido total de polifenol, por lo que, se ha sugerido que el polifenol podría prevenir el daño oxidativo en importantes membranas biológicas. Sin embargo, las algas marinas comerciales muestran una capacidad antioxidante muy pequeña y la explicación para esto, podría estar relacionada con el proceso de secado de dichas algas (50°C durante 48 horas) para su comercialización. **Jiménez-Escrig et. al., (2001) informaron recientemente que el procesamiento (secado) y almacenamiento disminuyen la capacidad antioxidante de las algas frescas. Por lo tanto, la explicación para la gran diferencia entre la CHÍA y las algas marinas, que luego son almacenadas, pueden asociarse con la cantidad y calidad de antioxidantes naturales contenidos en cada materia prima.**

En síntesis, numerosos estudios muestran evidencia sólida de que, incluyendo más del 5% de semilla de linaza, 1.5 de aceite de pescado o 1% de algas en dietas de pollo, el resultado será una disminución significativa de la aceptación total del producto en cuanto a sabor y aroma. Sin embargo, se puede incluir un 30% de CHÍA en dieta de aves, sin encontrar preferencias negativas de los consumidores, con relación a los productos comunes. **En los huevos, esto significa un potencial máximo de enriquecimiento en ácidos grasos omega-3 de 175 mg/huevo para algas, 207 mg/huevo para el aceite de pescado, 214 mg/huevo para la semilla de linaza y 986 mg/huevo para la semilla de CHÍA sin afectar las características organolépticas.** (Ayamond y Van Elswyk, 1995; Van Elswyk et. al., 1995; Abril et. al., 2000; Ayensa y Coates 2002 y 2000).

Conclusión

La información disponible demuestra que ninguno de los niveles de omega-3 de los productos comunes obtenidos de animales alimentados con dietas enriquecidas con CHÍA, podrían alcanzarse con dietas basadas en el linaza, el aceite de pescado o las algas, sin afectar fuertemente el rendimiento productivo de los animales y una o más de las características intrínsecas del producto final. En todos los casos, el factor limitante para la utilización de grandes porcentajes de las fuentes disponibles de omega-3, exceptuando la CHÍA, es el sabor, el olor y la textura típica que se transmite. En el caso de la linaza, la producción animal, también se verá afectada al reducir los parámetros de producción o afectar la salud humana.

En la Tabla 5, las características principales de la semilla de CHÍA discutidas en este trabajo están comparadas sinópticamente con las de semilla de linaza, las algas y el aceite de pescado, como materia prima en la industria alimenticia, tanto humana, como animal.

La cantidad de trabajos científicos informando sobre las ventajas nutricionales de la CHÍA sobre las otras fuentes de omega-3 y la comercialización de productos que la incluyen, están creciendo alrededor del mundo. Se le utiliza como ingrediente para hacer pan, barras energéticas, suplementos dietéticos para personas, alimento para caballos, gatos, perros, en dietas de aves para la producción de huevo y carne, en dietas de vacas lecheras que aumenta la calidad de leche, etc. (ejemplos Tabla 6). **La ciencia moderna explica porqué las antiguas civilizaciones mesoamericanas consideraban a la CHÍA como componente básico de sus dietas y después de 500 años de ser forzado a la oscuridad, el cultivo oculto de los aztecas ofrece al mundo una oportunidad de volver a los orígenes y mejorar la nutrición humana, suministrando una fuente natural de ácidos grasos omega-3 y antioxidantes.**

TABLAS

CHIA CHILE (Cortesía)

Tabla 1.- Contenido de aceite y composición de los ácidos grasos de las semillas de CHÍA y linaza						
Semillas	Aceite (%)	α -linazalénico	Linazalénico (g/100g)*	Oleico (g/100g) *	Steárico	Palmítico
CHÍA **	32.8	20.34	6.66	2.36	0.95	2.13
LINAZA***	43.3	25.46	6.32	7.32	1.3	2.25

* Por 100g. de semilla

Fuente: ** Ayerza y Coates (1999)

*** Bhatta (1995).

Tabla 2.- Composición de las semillas de linaza y CHÍA (Cada 100 gr. De porción comestible)			
Nombres científicos: Linum usitatissimum, Salvia hispánica			
Nutriente	Unidad	Linaza	CHÍA
Agua	g	8.75	4.00
Energía	kcal	4.92	330
Energía	kJ	2059	1381
Proteína	g	19.50	17.1
Lípido total (Grasa)	g	34.00	32.8
Carbohidrato por diferencia	g	34.25	41.8
Fibra dietaria total	g	27.9	22.1
Ceniza	g	3.50	
Minerales			
Calcio, Ca	mg	199	870
Hierro, Fe	mg	6.22	---
Magnesio, Mg	mg	362	466
Fósforo, P	mg	498	922
Potasio, K	mg	681	890
Sodio, Na	mg	34	---
Zinc, Zn	mg	4.17	7.4
Cobre, Cu	mg	1.041	2.45
Manganeso, Mn	mg	3.281	5.85
Selenium, Se	mcg	5.5	---
Vitaminas			
Vitamina C, ácido ascórbico total	mg	1.3	---
Thiamina	mg	0.170	0.144
Rivoflavin	mg	0.160	0.213
Niacina	mg	1.400	8.250
Acido Pantoténico	mg	1.530	---
Vitamina B-6	mg	0.927	---
Folato total	mcg	278	---
Acido fólico	mcg	0	---
Alimento de folato	mcg	278	---
Folato, DFE	mcg-DFE	278	---
Vitamina B-12	mcg	0.00	---
Vitamina A	IU	0	4300
Retinol	mcg	0	---
Vitamina A	mcg-RAE	0	---
Vitamina E	mcg-ATE	5.000	---
Lípidos			
Total de ácidos grasos saturados	g	3.196	3.08

CHIA CHILE (Cortesía)

4:0	g	0.000	---
6:0	g	0.000	---
8:0	g	0.000	---
10:0	g	0.000	---
12:0	g	0.000	---
14:0	g	0.000	0
16:0	g	1.802	2.13
18:0	g	1.394	0.95
Factor ácido total monoinsaturados	g	6.868	2.42
16:1 No diferenciados	g	0.000	0.03
18:1 No diferenciados	g	6.868	2.36
20:1	g	0.000	0.03
Nutriente	Unidad	Linaza	CHÍA
22:1 No diferenciados	g	0.000	---
Total de ácidos grasos monoinsaturados	g	22.440	27.1
18:2 No diferenciados	g	4.318	6.66
18:3 No diferenciados	g	18.122	20.34
18:4	g	0.000	---
20:4 No diferenciados	g	0.000	0.10
20:5 n-3	g	0.000	---
22:5 n-3	g	0.000	---
22:6 n-3	g	0.000	---
Colesterol	mg	0	0
Otros			
Cafeína	mg	0	---
Teobromina	mg	0	---
Antioxidantes			
No Hidrolizados	---	---	---
Acido caféico	mol	---	0.66x10 ⁻³
Acido clorogénico	mol	---	0.71x10 ⁻³
Hidrolizados	---	---	---
Myricetina	mol	---	0.31x10 ⁻³
Quercetina	mol	---	0.02x10 ⁻³
Kaempferol	mol	---	0.11x10 ⁻³
Acido cafeico	mol	---	1.35x10 ⁻³
Aminoácidos			
Alanita	gm/100 gm*	4.4	4.4
Arginina	gm/100 gm*	9.2	9.9
Acido aspartico	gm/100 gm*	9.3	7.6
Cystina	gm/100 gm*	1.1	1.5
Acido glutámico	gm/100 gm*	19.6	15.0
Glycina	gm/100 gm*	5.8	4.2
Histidina	gm/100 gm*	2.2	2.6
Isoleucina	gm/100 gm*	4.0	3.2
Leucina	gm/100 gm*	5.8	5.9
Lycina	gm/100 gm*	3.9	4.4
Metionina	gm/100 gm*	1.5	0.4
Fenilalanina	gm/100 gm*	4.6	4.8
Prolina	gm/100 gm*	3.5	4.4
Serina	gm/100 gm*	4.5	4.4
Treonina	gm/100 gm*	3.6	3.4

CHIA CHILE (Cortesía)

Triptofano	gm/100 gm*	1.8	---
Valina	gm/100 gm*	4.6	5.2

*Proteína

FUENTE DE DATOS:

Semilla de linaza

Nota: Según la base de datos de nutrientes de la USDA, se puede utilizar hasta un 12% de semilla de linaza como ingrediente alimenticio en forma segura. The Flax Council of Canada, 2002.

Semilla de CHÍA

Ayerza, R. and W. Coates, 1999. An omega-3 fatty acid enriched CHÍA diet: its influence on egg fatty acid composition cholesterol and oil content. Can. J. Anim Sci. 79:53:58.

Tabla 3.- Composición de los ácidos grasos de los aceites de: Pez menhaden, algas, CHÍA y linaza												
Acidos grasos	14:0	16:0	5 16:1	18:0	6 18:1	7 18:2	8 18:3	8 20:3	8 20:4	8 20:5	8 22:5	8 22:6
% Total de ácidos grasos												
1 menhaden	7.9	15	10.5	3.8	14.5	2.2	1.5	0.4	1.2	13.2	5	8.6
2 * alga	17	32	7.8	1.1	4.8	---	---	---	---	0.7	8	27.6
3 CHÍA	---	6.9	---	2.8	6.7	19	63.8	---	---	---	---	---
4 linaza	---	5.5	---	1.4	19.5	15	57.5	---	---	---	---	---

1: USDA, 1999; 2: Abril y Barclay, 1998; 3: Coates y Ayerza, 1998; 4: Sultana, 1996; 5: w-7; 6: w-9; 7: w-6; 8: w-3; *: DHA Gold J. (Schizochytrium sp.).

Tabla 4.- Composición de los ácidos grasos de los aceites de menhaden, alga, CHÍA y linaza, calculados con los datos de la tabla 2				
Acidos grasos	Σ SFA	Σ MUFA	Σ Omega-6	Σ Omega-3
% Total de ácidos grasos				
Menhaden	26.9	25.0	2.2	29.8
Alga	50.3	12.6	---	36.7
CHÍA	9.7	6.5	19	63.8
Linaza	6.9	19.5	15	57.5

Tabla 5.- Comparación de las principales fuentes de ácidos grasos omega-3 para utilización en alimentación humana y animales
--

CHIA CHILE (Cortesía)

Fuente de omega-3	Aceite de pescado 1*	Algas 2**	Semilla de linaza3	Semilla de CHÍA4
Origen	Animal	Vegetal	Vegetal	Vegetal
Historia como alimento humano	no	no	no	si
Uso primario para industria	Alimento animal	Alimento animal	Industria	Alimento humano
Acido graso omega-3	EPA & DHA	DHA	ALA	ALA
Concentración de ácido graso omega-3 (% de aceite)	30	37	58	64
Contenido total de ácidos grasos omega-3	30	19	25	20
Concentración de ácidos grasos saturados (%aceite)	27	50	7	9
Fuente de omega-3	Aceite de pescado 1*	Algas2**	Semilla de linaza3	Semilla de CHÍA4
Colesterol	si	no	no	no
Factores antinutricionales tóxicos	si	no	si	no
Estabilidad comparativa de la grasa	muy baja	muy baja	baja	alta
Antioxidantes naturales	no	muy bajo	muy bajo	alto
Sabor extraño (a pescado)	si	si	si	no
Dificultad de manejo y almacenamiento	si	si	alguna	no
Antioxidantes necesarios	si	si	si	no
Producto amigo del medio ambiente	no	no	medio	si
Tendencia de precios a mediano y largo plazos	en aumento	en aumento	estable	en disminución

1: USDA, 1999; 2: Abril y Barclay, 1998; 3: Coates y Ayerza, 1998; 4: Sultana, 1996; * Menhaden oil; ** DHA Gold J. (Schizochytrium sp.).

Tabla 6.- Productos enriquecidos con CHÍA: huevo carne de pollo, leche y pan					
Alimento	CHÍA como materia prima	Alimento de CHÍA: contenido de omega-3	Alimento común: contenido de omega-3	Aumento	Valor diario por porción 1
	%	mg/100 gs de porción comestible		%	%
Huevos					

CHIA CHILE (Cortesía)

Blanco	10	742	90	824	57w
Marrón	10	716	76	942	55w
Carne de pollo					
Blanca	10	709	95	746	55x
Negra	10	613	112	547	47x
Leche	2	45	34	32	8.5y
Pan	10	203	20	1015	16z
Semilla de CHÍA	100	2034	---	---	100k

Tamaño de porción: w 100 gr (2 huevos); x 100 gr; y 244 gr (una taza); z 100 gr (4 rebanadas); k 64 gr valor diario: 1 El valor de los porcentajes diarios se basan en una dieta de 2300 calorías. Canadá (Dep of) Health and Welfare, 1990. Nutrition recommendation. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa, Canada.

Nutrientes de la semilla de CHÍA y su relación con los requerimientos humano diarios

La siguiente tabla se propone facilitar la comprensión de la composición nutritiva de las semillas de CHÍA, en relación a las recomendaciones para contribuir a una dieta saludable.

Valor diario

El porcentaje de valor diario (% DV) se basa en las recomendaciones para una dieta de 2000 calorías. Con el fin de informar en los envases, la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos, establece 2000 calorías como cantidad de referencia para calcular los % DVs. El %DV muestra el porcentaje diario recomendado (la cantidad) de un nutriente por porción de alimento. Usando el %DV, se puede saber si la cantidad es mucha o poca, el valor diario puede ser mayor o menor, dependiendo de las necesidades calóricas de cada individuo. Aunque probablemente Ud., como la mayoría de las personas no sepa cuantas calorías consume al día, aún puede utilizar el %DV como marco de referencia, tanto si come más o menos de 2000 calorías por día.

Tamaño de porción

Todas las cantidades de los nutrientes listados en la etiqueta del envase del alimento, dependen del tamaño de la porción. **El tamaño de la porción de 25 gr. Se basa en la cantidad diaria de ácidos grasos omega-3 recomendada por organizaciones de nutrición como la Organización de Alimentos y Agricultura, Organización Mundial de la Salud (2002), Fundación Británica de Nutrición (1999) y Salud y Bienestar de Canadá (1990), además de los resultados de los ensayos de los efectos del colesterol total, LDL, HDL y triglicéridos en seres humanos, a partir del consumo de semilla de CHÍA (Coates y Ayerza, 2002).**

Porciones por envase

La cantidad de porciones por envase es de cuatro y diez para 100 gr. y 250 gr. respectivamente, según los envases de semilla de CHÍA pura que se encuentran en el mercado.

Enunciado de contenido

CHIA CHILE (Cortesía)

Los enunciados de contenido de nutrientes del Panel Nutricional, facilitan para distinguir un enunciado de otro al comparar diferentes productos. El del contenido de la semilla de CHÍA, se estableció con la clasificación utilizada por la Academia Nacional de Ciencia (1999-2000) y la Organización de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (1999). Sin embargo, dado que ambas organizaciones no tiene determinado el valor diario y el enunciado de contenido, se estableció utilizando la cantidad mínima de ingesta de nutriente, recomendada oficialmente por Salud y Bienestar de Canadá (1990).

SEMILLA DE CHÍA				
NUTRICION				
Tamaño de la porción: 25 gramos				
Porción por envase: 4 (envase de 100 gr.); 10 (envase de 250 gr.)				
Calorías totales: 134		Calorías de grasa: 73.8		
	Cantidad por porción (25 gr/día)	DV gr.	%DV	Contenido
Colesterol	0	300 mg.	sin	sin
Sodio	5 mg.	2400 mg.	sin	sin
Lípidos totales	8.2 gr.	65 gr.	sin	---
Acidos grasos saturados	0.7 gr.	20 gr.	12.6	bajo
Acidos grasos trans	0	---	---	sin

	Cantidad por porción (25 gr/día)	DV gr.	%DV	Contenido
Acidos grasos omega-3	5.2 gr.	1.3 gr.	400	Fuente omega-3
Proteína	4.3 gr.	50 gr.	8.6	---
Carbohidrato total	11.0 gr.	300 gr.	3.7	---
Fibra dietética	3.4 gr.	25 gr.	13.6	Buena fuente
Niacina	2.1 mg.	16 mg.	13.1	Buena fuente
Rivoflavin (B2)	0.06 gr.	1.3 mg.	4.6	Bajo
Tiamina (B1)	0.36 gr.	1.2 mg.	30	Alto
Vitamina A	1075 I.U.	5000 I. U.	21.5	Alto
Calcio	218 mg.	1000 mg.	21.8	Alto
Fósforo	231 mg.	700 mg.	33	Alto
Magnesio	117 mg.	420 mg.	27.9	Alto
Manganeso	1.46 mg.	2.3 mg.	63.5	Alto
Zinc	1.85 mg.	11 mg.	12.3	Buena fuente
Cobre	0.61 mg.	2.0 mg.	30.5	Alto
Potasio	223 mg.	3500 mg.	6.4	---
Hierro	12.2 mg.	18 mg.	67.8	Alto
Molibdeno	0.05 mg.	0.75 mg.	66.7	Alto

CHIA CHILE (Cortesía)

Aluminio	11.1 mg.	---	---	---
Boro	0.23 mg.	---	---	---

COMENTARIOS NUTRICIONALES

Los nutrientes

Limitar éstos nutrientes: Los nutrientes listados primero son los que la población americana y otros países occidentales, comen generalmente en cantidades adecuadas o incluso en exceso.

Limitar éstos nutrientes

se identifican en el cuadro con texto color naranja. Consumir demasiados lípidos, ácidos grasos saturados trans o demasiado sodio, aumenta el riesgo de sufrir ciertas enfermedades crónicas, como las cardíacas, algún tipo de cáncer o presión alta. Comer demasiadas calorías se relaciona con el sobrepeso y la obesidad. Las semillas de CHÍA no tienen sodio, colesterol, ni ácidos grasos trans y muy pocos ácidos grasos saturados.

Suficiente cantidad de estos nutrientes: Los americanos a menudo no consumen en sus dietas suficiente fibra dietética, Vitamina A, Vitamina C, Calcio y Hierro.

Suficiente cantidad de estos nutrientes se identifica en el cuadro con texto color azul. Consumir lo necesario de estos nutrientes puede mejorar la salud y ayudar a reducir el riesgo de sufrir algunas enfermedades y condiciones.

Por ejemplo: suficiente calcio, puede reducir el riesgo de osteoporosis, que al debilitar los huesos, se rompen con la edad. La semilla de CHÍA es una fuente alta de Niacina, Tiamina, Vitamina A, Calcio, Fósforo, Magnesio.

Alimento saludable

La semilla de CHÍA es considerada suplemento dietético por la FDA, pero además completa las exigentes regulaciones de contenido de nutrientes alimenticios, establecidas por esta organización, para ser un "Alimento Saludable".

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

Southwest Center for Natural Products Research and Commercialization, Office of Arid Lands Studies. The University of Arizona, USA (Unpublished), 6p.

Ayerza, R. (h) 1995. Oil Content and Fatty Acid Composition of CHÍA (*Salvia hispanica* L.) front Five Northwestern. The American Oil Chemists` Society, 72:1079-1081.

Ayerza, R. (h) And W. Coates. 2002. Dietary levels of CHÍA: influence on hen weight, egg production, and egg sensory quality. British Poultry Science, Basingtoke, Hants, U. K (In Press).

Ayerza, R. (h) and W. Coates. 2001. The omega-3 enriched eggs: the influence of dietary linazalenic fatty acid source combination on egg production and composition. Canadian Journal of Animal Science, 81:355-362.

Ayerza, R. (h) and W. Coates. 2000. Dietary levels of CHÍA: influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition, for two strains of hens. Pultry Science, 78:724-739.

Ayerza, R. (h), and W. Coates. 1999. An omega-3 fatty acid enriched CHÍA diet: its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content. Canadian Journal of Animal Science, 79:53-58.

Ayerza, R. (h), and W. Coates. 1997. And omega-3 fatty acid enriched CHÍA diet: its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content. Page 51 in Abstracts of An International Conference of the Association for the Advancement of Industrial Crops, Saltillo, México, September 14-18, 1997.

Battherham, E.S., L.M. Andersen, D.R. Baigent, and A.G. Green. 1991. Evaluation of meals from linazala low-linazalenic acid linseed and conventional linseed as protein sources for growing pigs. Animal Feed Science and Technology, 35, (3-4): 181-190.

Becker, C.C. and D.J. Kyle. 1998. Developing functional foods containing algal docosahexaenoic acid. Food Technology, 52 (7): 68-71.

Bemelmans, W. J. E., J Broer, E.J.M. Feskens, A.J. Smit, F.A.J. Muskiet J.D. Lefrandt, V.J.J. Bom, J.F. May, and B. Meyboom-de Jong. 2002. Effect on increased intake of alpha-linazalenic acid and group nutritional education on cardiovascular risk factors: the Mediterranean alpha-linazalenic enriched Groningen dietary intervention (MARGARIN) study. American Journal of Clinical Nutrition, 75:221-227.

Bell, J.M. 1989. Nutritional characteristics and protein uses of oilseed meals. Pages 192-207 in Oil crops of the world, edited by G. Robbelen, R.K. Downey, and A. Ashri. Mc Graw-Hill Publishing Co., New York, USA.

Bell, J.M: and M.O. Keith. 1993. Nutritional evaluation of linseed meals from flax with yellow or brown hulls, using mice and pigs. Animal Feed Science and technology, 43 (1-2): 1-18.

Bhatty, R.S. 1993. Further compositional analyses of flax: mucilage, trypsin inhibitors and hydrocyanic acid. Journal of American Oil Chemists Society, 70 (9): 899-904.

Billeaud, C., D. Bouglé, P. Sarda, N. Combe, S. Mazette, F. Babin, B. Entressangles, B. Descomps, A.

Nouvelot, and F. Mendy. 1997. Effects of preterm infant formula supplementation with alpha-linazalenic acid with a linazaleatel/alpha-linazalenate ratio of 6:1 a multicentric study. European Journal of clinical Nutrition, 51:520-526.

Bond, J.M., R.J. Julian, and E.J. Squires, 1997. Effect of dietary flaxseed or broiler growth, erythrocyte deformability and fatty acid composition of erythrocyte membranes. Canadian Journal of Animal Science, 77:279-286.

Brenna, J.T. 2002. Efficiency of conversion of alfa-linazalenic acid to long chain n-3 fatty acids in man. Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 5:127-132.

British Nutrition Foundation. 1992, Unsaturated fatty acids: nutritional and physiological significance. Bristish Nutrition Foundations Task Force, London, England.

Brown, B.G., X.Q. Zhao, A. Chait, L.D. Fisher, M.C. Cheung, J.S. Morse, A.A. Dowdy, E.K., Marino, E.L. Bolson, P. Alaupovic, J. Frohlich, and J.J. Albers. 2001. Simvastatin and niacion, antioxidant vitamins, or the combination for the prevention of coronary disease. The New England Journal of Medicine, 345(22): 1583-1592.

Bonanome, A. and S.M. Grundy, 1988. Effect of dietary stairs acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels, New England Journal of Medicine, 318:1244-1248.

CHIA CHILE (Cortesía)

Boushey, C.J., S. Beresford, G. Omenn, and A. Motulsky. 1995. *A quantitative assessment of plasma homocysteine as a risk factor for vascular disease. Probable benefits of increasing folate intakes. Journal of American Medical Association, 274:1049-1057.*

Bushway, A.A., A.M. Wilson, L. Houston, and R.J. Bushway. 1984. *Selected properties of the lipid and protein fractions CHÍA seed. Journal of Food Science, 49:555-557.*

Butler, G.W., Bailey, and L.D. Kennedy. 1965. *Studies on the glucosidase linamarase. Phytochemistry, 4(3) 369-381.*

Canada (dept of) Health and Welfare. 1990. Nutrition recommendation. *Canadian Government Publishing Center, Ottawa, Canada.*

Canadian Food Inspection Agency. 1998. *Decision document 98-24: determination of the safety of the Crop Development Centre ACDC Trffied@, a flax (Linum usitatissimum L.) variety tolerant to soil residues of triasulfuron and metsulfuron-methyl. Plant Health and Production Division, Plant Biosafety Office.*

Download October 23, 2001.

Caston, L.J., E.J. Squires and S. Leeson, 1994. *Hen performance, egg quality, and the sensory evaluation of eggs from SCWL hens fed dietary flax. Canadian Journal of Animal Science, 74:347-353.*

Castro-Martinez, R., D.E. Pratt, and E.E. Miller. 1986. *Natural antioxidants of CHÍA seeds. Pages 392-396 in Proceedings of The World Conference on Emerging Technologies in the Fats and Oils Industry, edited and published by American Oil Chemist's Society, Champaign, Illinazais, USA.*

Chang, N.W. and P.C. Huang. 1998. *Effects of the ratio of polyunsaturated and monounsaturated fatty acid to saturated fatty acid on rat plasma and liver lipid concentrations. Lipids, 33(5): 481-487.*

Chipello, C.J. 1998. *Fishing industry fades as does a way of life in newfoundland ports. The Wall Street Journal, 131 (97):1.*

Cho, S., Y., K. Mayashita, T. Miyasawa, K.Fujimoto, T. Kaneda. 1987. *Autoxidation of ethyl eicosapentaenoate and docosahexaenoate. Journal of American Oil Chemists= Society, 64:876:879.*

Commission of the European Communities. 2000a. *Council decision of 4 December concerning certain protection measures with regard to transmissible spongiform encephalopathies and the feeding of animal protein. Official Journal of the European Communities. L 306,07/12/ 2000, p.0032.*

Commission of the European Communities. 2000b. *Proposal for a Council Decision concerning certain protection measures with regard to transmissible spongiform encephalopathies and the feeding of animal protein. Document 500PC0820, Brussels, Belgique.*

Dabrowki, K., S. Czesny, and M. Matusiewicz. 2002. *Coregonids. Pages 230-244 in Nutritent Requirements and feeding of Finfish for Aquaculture, edited by C.D. Webster and C. Lim.. CAB International Publishing Wallingford Oxfordshire, UK.*

Dewailly, E., S. Bruneau, G. Lebel, P. Levallois, and J.P. Weber. 2001. *Exposure of the Inuits population of Nunavik (Arctic, Québec) to lead and mercury. Archives of Environmental Health, 56 (4):350-357.*

Ezaki, O., M. Takahashi, and T. Shigematsu. 1999. *Long-term effects of dietary alpha-linazalenic acid from perilla oil on serum fatty acids composition and on the risk factors of coronary heart disease in Japanese elderly subjects. Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 45(6):759-772.*

Ferretti, A., and V.P. Flanagan. 1996. *Anthitromboxane activity of dietary alpha-linazalenic acid: a pilot study.*

Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 54 (6), 451-455.

Ferrier, L.K., L. Caston, S. Leeson, J. Squires, B.J. Weaver, and B.J. Holub. 1995. *Alpha-linazalenic acid and docosaexaenoic acid-enriched eggs from hens fed flaxseed: influence on blood lipids and platelet phospholipid fatty acids in humans. American Journal of Clinical Nutrition, 62:81-86.*

Ferrier, L.K., L. Caston, S. Leeson, E.J. Squires, B. Celi, L. Thomas and B.J. Holub. 1992. *Changes in serum lipids and platelet fatty acid composition following consumption of eggs eriched in alpha-linazalenic acid (LnA). Food Research International, 25:263-268.*

Food and Agricultural Organization. 1994. *Fats and oils in human nutrition: report of a joint expert consultation. Food and Nutrition Paper N:57. FAO, Rome, Italy.*

Food and Drug Administration. 2001. *FDA announces advisory on methyl mercury in fish. Food and Drug Administration Talk Paper TO1-04.*

CHIA CHILE (Cortesía)

- Food and Drug Administration. 1999. *Fish-derived oils proposed as margarine ingredients*. Washington, D.C., USA.
- Food Safety Authority of Ireland. 2002. *Summary of investigation of dioxins, furans and PCBs in farmed salmon, wild salmon, farmed trout and fish oil capsules*. Retrieved March 21, 2002 from the World Wide Web, http://fsai.ie/pressreleases_index.htm
- Fry, J.L., P. Van Wallegghem, P.W. Waldroup, and R.H. Harms. 1965. *Fish meal studies: effects of levels and sources of fishy flavor in broiler meat*. *Poultry Science*, 44:1016-1019.
- Freese, R., and M. Mutanen. 1997. *Alpha-linazalenic acid and marine long-chain n-3 fatty acids differ only slightly in their effects on haemostatic factors in healthy subjects*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 66:591-598.
- Fu, Z. and A.J. Sinclair, 2000. *Novel Pathway of metabolism of alpha-linazalenic acid in the guinea pig*. *Pediatric Research*, 47(3): 414-417.
- Gatlin, D.M. 2002. *Red drum, Sciaenops ocellatus*. Pages 147-158 in *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture*, edited by C.D. Webster and C. Lim, CAB International Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Gilbert, L.C. 2000. *The functional food trend: What's next and what Americans think about eggs*. *Journal of the American College of Nutrition*, (19) 5:507S-512S.
- Glew, R.H., Y.S. Huang, T.A. Vander Jagt, L.T. Chuang, S.K. Bhatti, M.A. Magnussen, and D.J. Vander Jagt. 2001. *Fatty acid composition of the milk lipids of Nepalese women: correlation between fatty acid composition of serum phospholipids and melting point*. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 65(3):147-156.
- Gonzalez-Esquerria, R. and S. Leeson. 2000. *Effects of menhaden oil and flaxseed in broiler diets on sensory quality and lipid composition of poultry meat*. *British Poultry Science*, 41(4):481-488.
- Groundy, S.M. 1997. *What is the desirable ratio of saturated, polyunsaturated, and monounsaturated fatty acids in the diet?*. Pages 988-990 in R:S Rivlin ed. *Fats and oil consumption in health and disease*.
- Proceedings of a Symposium held at the Rockefeller University, New York, April 24-25, 1995*. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66 (4s).
- Hansen, J.C. 2000. *Environmental contaminants and human health in the Arctic*. *Toxicology Letters*, 112/ 113:119-125.
- Hansen, T.K., C. Bindsley – Jensen, P.S. Skov Poulsen. 1997. *Codfish allergy in adults: IgE crossreactivity among fish species*. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 78:187-194.
- Hardin, J.O. J.L., Milligan, and V.D. Sidwell. 1964. *The influence of solvent extracted fish meal and stabilized fish oil in broiler rations of performance and on the flavour of broiler meat*. *Poultry Science*, 43:858-860.
- Hardy, R.W. 2002. *Rainbow trout, Orcohrhynchus mykiss*. Pages 184-202 in *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture*, edited by C.D. Webster and C. Lim.. CAB International Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Hargis, P.S. and M.E. Van Elswyk. 1993. *Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer*. *Worlds Poultry Science Journal*, 70:874-883.
- Hebling A., M. L. McCants, J. J. Musmand, H.J. Schwartz, and S.B. Lehrer. 1996. *Inmunopathogenesis of fish allergy: identification of fish – allergic adults by skyn test and radioallergsorbent test*. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 77:48-54.
- Helm, P.A., T.F. Bidleman, G.A. Stern, and K. Koczanski. 2002. *Plychlorinated naphthalenes and complanar polychlorinated biphenyls in beluga whale (Delphinapterus leucas) and ringed seal (Phoca hispida) from the eastern Canadian Artic*. *Environmental Pollution*, 119:60-78.
- Health Canada. 1999. *Novel Food information-Food biotechnology: sulfonylurea tolerant flax*, CDC Triffied-Health Protection Branch, FP 967, FD/OFB-098-047-A, Ottawa, Canada, 7p.
- Hernandez Gomez, J.A. 1994. *CHÍA (Salvia hispanica): antecedentes y Perspectivas en México*. Pages 173-180 in J.A. Cuevas Sánchez, E. Estrada Lugo, and E. Cedillo Portugal eds. *I Simposio Internacional sobre Etnobotánica en Mesoamérica*, Chapingo, México.
- Herzlich, B.C., E. Lichstein, N. Schulhoff, M. Weisnstock, M. Pagala, K. Ravindran, T. Namba, F. Nieto, S. Stabler, R. Allen, and M. Malinazaw. 1996. *Relationship among homocyst (e) ine, vitamin. B-12 and cardiac disease in the elderly: association between vitamin B-12 deficiency and decreased left ventricular ejection fraction*. *Journal of Nutrition*, 126: 1249S-1253S.
- Holdas, A. and K.N. May, 1966. *Fish oil and fishy flavour of eggs and carcasses of hens*. *Poultry Science*, 45:1405-1407.

CHIA CHILE (Cortesía)

Homer, P. and P.J. Schaible. 1980. *Poultry: feeds and nutrition*. AVI Publishing Co., Inc., Westport, USA.

Hu, F.B., M.J. Stampfer, J.E. Manson, E.B. Rimm, A. Wolk, G.A. Colditz, C.H. Hennekens, and W.C. Willet. 1999. *Dietary intake of alpha-linazalenic acid and risk of fatal ischemic heart disease among women*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69:890-897.

Hunter, B.J. and D.C.K. Roberts. 2000. *Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health*. *Nutrition Research*, 20(1): 1047-1058.

Indu, M. and M. ghafoorunissa. 1992. *N-3 fatty acids in Indian diets-comparison of the effects of precursor (Alpha-linazalenic acid) vs. long chain n-3 polyunsaturated fatty acids*. *Nutrition Research*, 12:569-582.

Innis, S.M. and R. Dyer. 1997. *Dietary triacylglycerols with palmitic acid (16:0) in the 2-position increase 16:0 in the 2 position of plasma and chylomicron triacylglycerols, but reduce phospholipids arachidonic and docosahexaenoic acids, and alter cholesterol ester metabolism in formula-fed piglets*. *Journal of Nutrition*, 127:1311-1319.

International Flora Technologies, Inc. 1990. *Oil of CHÍA, Apache Junction, USA*.

James, J.M., R.M. Helm, A.W. Burks, and S.B. Leherer. 1997. *Comparison of pediatric and adult IgE antibody binding to fish proteins*. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 79:131-137.

Jensen, R.G. and C.L. Lammi-Keefe. 1998. *Current status of research on the composition of bovine and human milk lipids*. Pages 168-191 in *Lipids in Infant Nutrition* edited by Y.S. Huang and A. J. Sinclair. American Oil Chemist's Society Press, Champaign, Illinazais, USA.

Jiang, Z., D.U. Ahn, L. Lander and J.S. Sim, 1992. *Influence of feeding full-flax and sunflower seeds on internal and sensory qualities of eggs*. *Poultry Science*, 71:378-382.

Jimenez-Escrig, A., I. Jiménez, R. Pulido, and F. Saura Calixto. 2001. *Antioxidant activity of fresh and processed edible seaweeds*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81:530-534.

Katan, M., P. Zock and R. Mensik, 1995. *Dietary oils serum lipoproteins, and coronary heart disease*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 61(suppl): 1368-1373.

Koehler, H.H., and G. E. Bearnse. 1975. *Egg flavor quality as affected by fish meals or fish oils in laying rations*. *Poultry Science*, 54:881-889.

Krasevec, J.M., P.J. Jones, A. Cabrera-Hernández, D.L. Mayer, and W. E. Connor. 2002. *Maternal and infant essential fatty acids status in Havana, Cuba*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76:834-844.

Kung, T.K. and F.A. Kummerow. 1950. *The deposition of linazalenic acid in chickens fed linseed oil*. *Poultry Science*, 29:846-851.

Kwok, T., J. Woo, S. HO, and A. Sham. 2000. *Vegetarianism and ischemic heart disease in older Chinese women*. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(5):622-627.

Leaf, A. 2002. *On the reanalysis of the GISS-prevenzione*. *Circulation*, 105(16):1874-1875. Lauritzen, L., H. S. Hansen, M.H. Jorgensen and K.F. Michaelson. 2001. *The essentiality of long chain n-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina*. *Progress in Lipid Research*, 40:1-94.

Le Conseil d'État. 1973. *Interdiction de l'huile de lin*. *Journal Officiel*, 1523-1526.

Lee, K. H., J.M. Olomu, and J.S. Sim. 1991. *Live performance, carcass yield, protein and energy retention of broiler chickens fed canola and flax full-fat seeds and the restored mixtures of meal and oil*. *Canadian Journal of Animal Science*, 71:897-903.

Lewis, C.E. and J.O. Mc Gee. 1992. *Natural killer cells in tumor biology*. Pages 175-203, in *The natural killer cells* edited by Lewis, C.E. and J.O. Mc Gee. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.

Lessire, M., Doreau, M., and Aumaitre, A. 1996. *Digestive and metabolic utilization of fats in domestic animals*. Pages 703-713 in *Oils and fats manual*, edited by A. Karleskind. Lavoisier Publishing, Paris, France.

Leeson, S., L. Caston and T. Mc. Laurin. 1998. *Organoleptic evaluation of eggs produced by laying hens fed diets containing graded levels of flaxseed and vitamin E*. *Poultry Science*, 77:1436-1440.

Li, D., A. Sinclair, A. Wilson, S. Nakkote, F. Kelly, L. abedin, N. Mann, and A. Turner. 1999. *Effect of dietary alpha-linazalenic acid on thrombotic risk factors in vegetarian men*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69:872-882.

Lim, Ch. I. G. Borlongan, and F.P. Pascual. 2002. Pages 172-183 in *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture*, edited by C.D. Webster and C.Lim. CAB International Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.

CHIA CHILE (Cortesía)

- Lin, K. Y., and J.R. Daniel. 1994. *Structure of CHÍA seed polysaccharide exudate. Carbohydrate Polymers (23):13-18.*
- Lopez-Ferrer, M. D. Baucells, A.C. Barroeta, and M.A. Grashirn. 1999. *N-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapeseed and linseed oils. Poultry Science., 78:356-365.*
- Lorgeril, M. de, S. Renaud, N. Mamelle, P. Salen, J.L. Martin, I., Monjaud, J. Guidollet, P. Touboul, and J. Delaye. 1994. *Mediterranean alpha-linazalenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. The lancet, 343:1454-1459.*
- Loria, R.M., and D.A. Padgett. 1977. *Alpha-linazalenic acid prevents the hypercholesteremic effects of cholesterol addition to a corn oil diet. Nutritional Biochemistry, 8:140-146.*
- McBride, J. 1999. *A snapshot of blood homocysteine levels. Retrieved October 6, 1999.*
- Madhusudhan, K.T., H.P. Ramesh, T. Ogawa, K. Sasaoka, and N. Singh. 1986. *Detoxification of commercial linseed meal for use in broiler rations. Poultry Science, 65:164-171.*
- Madsen, C. 1997. *Prevalence of food allergy/intolerance in Europe. Environmental Toxicology and Pharmacology, 4:163-167.*
- Malinazaw, M.R. 1996. *Plasma homocyst(e)ine: a risk factor for arterial occlusive diseases. Journal of Nutrition, 126:1238S-1243S.*
- Marshall, A.C. A.R. Sams, and M. E. Van Elswyk. 1994. *Oxidative stability and sensory quality of stored eggs from hens fed 1.5% menhaden oil. Journal of Food Science, 59(3):561-563.*
- Mantzioris, E., M.J. James, R.A. Gibson, L.G. Cleland. 1995. *Differences exist in the relationships between dietary linazalenic and alpha-linazalenic acids and their respective long-chain metabolites. American Journal of Clinical Nutrition, (61):320-324.*
- Masumoto; T. 200. Yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. 2002. *Pages 131-146 in Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture, edited by C.D. Webster and C.Lim. CAB International Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.*
- Mazza, G. and B. D. Oomah. 1995. *Flaxseed, dietary fiber and cyanogens. Pages 56-81 in Flaxseed in Human Nutrition, edited by S.C. Cunnane and L. U. Thompson. American Oil Chemist's Society Press, Champaign, USA.*
- McGuire, S.O., D.W. Alexander, and K.L., Fritsche. 1997. *Fish oil source differentially affects rat immune cell alpha-tocopherol concentration. Journal of Nutrition, 127:1388-1394.*
- Miller, D. and P. Robisch. 1969. *Comparative effect of herring, menhaden, and safflower oils on broiler tissues fatty acid composition and flavor. Poultry Science, 48:2146-2157.*
- Moneret-Vauntrin D.A., G. Kanny, and L.Parisot. 2001. *Accidents graves par allergie alimentaire en France: Frèquence, caractèristiques cliniques, et ideologiques. Première enquête du Réseau dallergovigilance, Avril-mai. 2001. Revis Français de Allergologie et Immunologie Clinique, 451 :696-700.*
- Muggli, R. y P. Clough. 1994. *The Fats of Life. Roche Magazine, 49:11.*
- Murthy, H.S. 2002. *Indian major carps. Pages 262-272 in Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture, edited by C.D. Webster and C. Lim.. CAB International Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.*
- Nash, D.M., R.M.G. Hamilton, K.A. Sanford, and H.W. Hulan. 1996. *The effect of dietary menhaden meal and storage on the omega-3 fatty acids and sensory attributes of egg yolk in laying hens. Canadian Journal of Animal Sciences. 76:377-383.*
- Nash, D.M., R.M.G. Hamilton, and H.W. Hulan. 1995. *The effect of dietary herring meal on the omega-3 fatty acid content of plasma and egg yolk lipids of laying hens. Canadian Journal of Animal Science, 75:247-253.*
- Neely, E. 1999. *Dietary modification of egg yolk lipids. Thesis. School of Agriculture and Food Science. The Queens University of Belfast, Northern Ireland, UK.*
- Neegaard, L. 2002. *Scientific advisers urged government to tell pregnant women to limit how much tuna they eat. Associated Press. Retrieved July 27, 2002.*
- Nelson, G.J. 1992. *Dietary Fatty Acids and Lipid Metabolism. Pages 437-471 In: Fatty acids in foods and their health implications, edited by C.K. Chow. Marcel Dekker. Inc.*
- Nettleton, J.A. 1995- *Omega-3 fatty acids and health. Champan & Hall, New York, New York, USA.*

CHIA CHILE (Cortesía)

Nettleton, J.A. 1994. *Fats and oils in Human nutrition: report of a joint expert consultation. Food and Agricultural Organization, Food and Nutrition Paper, Rome, Italy, (57):2-6.*

Nitsan; Z.S. Mokady, and A. Sukenik. 1999. *Enrichment of poultry products with omega-3 fatty acids by dietary supplementation with the alga Nannochloropsis and Mantur oil. Journal of Agricultural Food and Chemistry, 47:5127-5132.*

Novak, C. and S. Scheideler. 1998. *The effect of calcium ad/or vitamin D, supplementation of flax based diets on production parameters and egg composition. University of Nebraska Cooperative Extension MP 70, Lincoln, USA.*

Oh, S.Y., J. Ryue, C.H. Hsieh, and D.E. Bell. *Eggs enriched in omega-3 fatty acids and alterations in lipid concentrations in plasma and lipoproteins and in blood pressure. American Journal of Clinical Nutrition, 54:689-695.*

Okuyama, H., T. Kobayashi, and S. Watanabe. 1997. *Dietary fatty acids the n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases excess linazalenic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. Progress in Lipid Research, 35(4):409-457.*

Oomah, B.D. and E.O. Kenaschuk. 1995. *Cultivars and agronomic aspects. Pages 43-45 in Flaxseed in Human Nutrition, edited by S.C. Cunnane and L.U. Thompson. American Oil Chemist's Society Press, Champaign, USA.*

Organization for Economic Co-Operation and Development. 1998. *Towards sustainable development, Environmental Indicators: Fish Resources. OECD, Paris, France.*

Pascual, C., M.M. Esteban, and J.F. Crespo. 1992. *Fish allergy: evaluation of the importance of crossreactivity. Journal of Pediatrics, 121:S29-34.*

Posgaard, T., and C. E. Hoy. 2000. *Lymphatic transport in rats of several dietary fats differing in fatty acid profile and triacylglycerol structure. Journal of Nutrition, 130:1619-1624.*

Ratanayake, W.M.N., R.G. Ackman, and H.W. Hulan. 1989. *Effect of redfish meal enriched diets on the taste and n-3 PUFA of 42-day-old broiler chickens. Journal of Science and Food Agricultural, 49:59-74.*

Renaud, S., R. Morazain, F. Godsey, E. Dumont, C. Thevenson, J.L. Martin, and F. Mendy. 1986a. *Nutrients, platelet function and composition in nine groups of French and British farmers. Atherosclerosis, 60:37-48.*

Renaud, S., F. Godsey, E.

Dumont, C. Thevenson, E. Ortchianian, and J.L. Martin. 1986b. *Influence of long-term diet modification on platelet function and composition in Moselle farmers. American Journal of Clinical Nutrition, 43:136-150.*

Rickard, S.E., and L.U. Thompson. 1988. *Chronic exposure to secoisolariciresinol diglycosede alters lignan disposition in rats. The Journal of Nutrition, 128(3):615-623.*

Robinson, E.H. and M.H. Li. 2002. *Channel Catfish, Ictalurus punctatus. Pages 293-318 in Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture, Edited by C.D. Webster and C. Lim.. CAB International Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.*

Romans, J.R., D.M. Wulf, R. C. Johsdon, G.W. Libal and W.J. Costello. 1995. *Effect of Ground Flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid conten of pork: II. Duration of 15% dietary flaxseed. Journal of Animal Science, 73(7): 1987-1999.*

Sahagun, B. de 1579. *Historia general de las cosas de Nueva España. 1982. Reprinted by School of American.*

Research, Santa Fe, USA.

Sargent, J.G. Bell, L. MCEvoy, D. Tocher, and A. Estevez. 1999. *Recent developments in the essential fatty acids nutrition of fish. Aquaculture, 77:191-199.*

Sebedio, J.L. 1995. *Marine oils. Pages 266-299 in Oils & Fats Manual edited by A. Karleskind Lavoisier Publishing, Paris France.*

Selhub, J., P. Jaques, A. Bostom, R. D`Agostino, P. Wilson, A. Belanger, D. Oleary, P. Wolf, D. Rush, E. Schefer, and I. Rosenberg. 1996. *Relationship between plasma homocysteine, vitamin status and extracranial carotid-artery stenosis in the Framingham Study population. Journal of Nutrition, 126:1258S-1265S.*

Scheideler, S.E., G. Froning and S. Cuppett. 1997. *Studies of consumer acceptance of high omega-3 fatty acid-enriched eggs. Journal of Applied Poultry Research, 6:137-146.*

Shukla, V.K.S. and E.G. Perkins. 1998. *Rancidity in encapsulated health-foods oils. INFORM. 9(10):955-961.*

Shukla, V.K.S., P.K.J.P.D. Wanasundra, and F. Shahidi. 1996. *Natural antioxidants from oilseeds. Pages 97-132 in Natural Antioxidants, edited by F. Shahidi. American Oil Chemists Press, Champaign; USA.*

CHIA CHILE (Cortesía)

Sim, J.S. and Z. Jiang. 1994. *Consumption of omega-3 PUFA enriched eggs and changes of plasma lipids in human subjects. Pages 414-420 in Egg uses and Processing technologies edited by J.S. Sim and S. Nakai eds. CAB International, Wallingford, England.*