

## Os benefícios da “chia” em humanos e animais

Giovanni Tosco – México



Cultivo de chia doméstica.

(Foto: Giovanni Tosco)

**Esta matéria é uma pesquisa que o Dr. Giovanni Tosco realizou por mais de cinco anos, recompilando pesquisas científicas de todo o mundo sobre a chia (*Salvia hispanica*) cujos benefícios são demonstrados no presente trabalho, que compara com outros produtos naturais com ácidos graxos ômega-3 e que não contêm colesterol, tanto no uso humano como no animal**

### A comida do “corredor”

Por séculos os nativos das Américas usaram a semente da “chia” como alimento básico. Os soldados astecas subsistiram com a “chia” durante suas batalhas e expedições. Os nativos do sudoeste comiam somente uma colher das de chá para uma marcha de 24 horas, iam do Rio Colorado ao Oceano Pacífico, para negociar turquesas por conchas marinhas, levando somente uma bolsa com “chia” como alimento de sustento.

Sustentados pelas sementes de “chia” os índios Tarahumaras (os dos pés ligeiros) do México, caçavam as presas, perseguindo-as até cansarem. Em 1997 um Turahumara de 52 anos ganhou a Maratona *Nike* de 100 milhas, calçando somente suas sandálias feitas em casa.

## **Por que a semente de “chia” é um alimento de alta energia e resistência?**

A “chia” é uma completa fonte de proteínas, proporcionando todos os aminoácidos essenciais. Comparada com outras sementes, a de “chia” provê a mais alta fonte de proteínas; entre 19 e 23 por cento do seu peso é proteína.

Uma das maravilhas, somente encontrada na “chia”, é a sua habilidade de absorver mais de 12 vezes seu peso de água. Esta habilidade de segurar água, pode prolongar hidratação e retenção de eletrólitos em fluidos do corpo, especialmente durante esforços. Uma normal retenção de fluidos assegura uma normal dispersão de eletrólitos para atravessar a membrana celular. Mantém um bom balanço de fluidos para ajudar as funções celulares.

## **Propriedades do gel de “chia”**

As sementes de “chia” têm uma capa de gel que protege a semente dos climas áridos e quentes onde são semeadas.

Quando uma colherada de “chia” é despejada num copo d’água e deixada por 30 minutos, se formará como uma gelatina sólida. Este gel, ou gelatina, é criado devido à fibra solúvel que contém. Pesquisadores acreditam que este mesmo gel é o fenômeno que ocorre no estômago quando a comida contém este tipo de fibra pegajosa conhecida como mucilagem.

O gel criado, quando ingerido, produz uma barreira física, que divide as enzimas digestivas dos carboidratos, isto faz uma lenta conversão de carboidratos em açúcar. Tende a fazer uma digestão lenta e mantém os níveis de açúcar no sangue, a qual pode ser útil na prevenção e controle da diabetes.

Fácil de digerir, a absorção de água na “chia” é uma ajuda importante para a digestão humana. A “chia” amolecida n’água é melhor absorvida e digerida. Isto significa um rápido transporte aos tecidos para ser usada pelas células. Esta eficiente assimilação faz a “chia” muito eficiente quando se toma, dando lugar a um rápido crescimento de tecidos.

A “chia” também facilita o crescimento e a regeneração de tecidos durante a gravidez e lactação, ajuda a regenerar músculos para os atletas e físico-culturistas.

A “chia” contém 3 a 10 vezes mais óleo que outros grãos. Os ácidos graxos insaturados na “chia” são essenciais para o corpo, para emulsificar e absorver vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K; a “chia” é rica em ácidos graxos insaturados (linoleicos). É boa para a respiração dos órgãos vitais, ajuda a regular a coagulação do sangue, células da pele, membranas, mucosas e nervos. Contém uma larga cadeia de triglicerídeos LCI na correta proporção para reduzir o colesterol que se adere às artérias.

É um bom provedor de cálcio e também contém boro, que atua como catalizador para o corpo, absorvendo e utilizando o cálcio disponível.

Tem outros benefícios adicionais fora os nutricionais. Era também usada pelos índios e missionários como emplastro para feridas ocasionadas por armas para evitar infecções e promover a cura. Colocando-se uma semente no olho ela o limpará e acabará com a infecção; colocada em queimaduras (amolecida) promove uma rápida cura, com cicatriz menor. Tem muita coisa que faz, além das apresentadas e também tem benefícios ainda não descobertos.

**Chia** – Planta mexicana, da família das labiadas, herbácea, anual, com 1 a 1,5 m de altura, talos quadrangulares, acanelados, com vilosidades; folhas opostas, pecioladas, serrilhadas e flores reunidas em espigas auxiliares ou terminais. Cada fruto leva quatro sementes bem pequenas de forma oval, lisas, brilhantes, de cor cinzenta com manchas avermelhadas. Na maior parte das variedades as flores azuis, porém na chamada “chia” branca, as flores, assim como as sementes, são brancas. Cultiva-se para a produção de semente da que se obtém até 3.000 kg por hectare. É usada para se preparar bebidas refrescantes. Contém fécula de mucilagem e óleo, este numa proporção de 30 a 35%.



Mulher Tarahumara: Os Tarahumara foram os primeiros a usar a “chia” como alimento e remédio na América Pré-hispânica.

### **Alimentos enriquecidos em ômega-3 utilizando semente de chia**

#### **Verdades sobre a chia**

É a fonte natural mais rica em ácidos graxos ômega-3

Não tem nem produz cheiro de pescado

É um produto sem colesterol

Os antioxidantes/estabilizadores artificiais são desnecessários

Não tem fatores tóxicos ou anti-nutricionais

O conteúdo de ácidos graxos saturados é muito baixo

O equilíbrio dos ácidos graxos ômega-3 nos ovos produzidos com chia iguala aos do leite materno

É um produto sustentável e ecológico

Fácil de manejar pelo agricultor e pelo industrial

Armazena-se por anos sem se deteriorar

Ideal para enriquecer uma grande diversidade de produtos

#### **Chia: uma fonte natural de ácido graxo ômega-3 e antioxidantes**

- A chia é a fonte mais rica de ácidos graxos e antioxidantes naturais disponível como matéria prima para seu uso em alimentos funcionais, nutracêuticos e suplementos dietéticos.

A inigualável estabilidade dos ácidos ômega-3 da chia é o resultado dos antioxidantes naturais que contêm. A oxidação dos lipídios alimentícios é a maior preocupação tanto para os consumidores como para os fabricantes; se não se controlar a oxidação pode-se produzir sabores estranhos (o típico sabor de pescado) e também favorece o envelhecimento e as enfermidades degenerativas como o câncer, doenças cardíaco-vasculares, cataratas, declínio do sistema imunológico e disfunção cerebral. Os antioxidantes da *chia* têm uma enorme vantagem sobre todas as demais fontes de ácidos graxos ômega-3.

A chia utilizada como fonte de ácidos graxos ômega-3 não requer o uso de antioxidantes artificiais como as vitaminas sintéticas. A vitamina “E” tem demonstrado a anulação dos efeitos protetores das drogas cardiovasculares e também a promoção da oxidação quando se utilizam altos níveis.

A chia agregada às dietas animais provoca uma dramática redução no conteúdo de ácidos graxos saturados dos produtos obtidos (até 30,6% nos ovos). A diminuição é significativamente maior que a que se encontra quando se administram dietas que contêm produtos marinhos (pescado e algas) e semente de linhaça. Os ácidos graxos saturados das dietas se associam com as doenças cardiovasculares e seu efeito sobre o colesterol de baixa densidade no sangue (LDL) é mais forte que o do colesterol dietético. Esta diferença significativa entre a chia e as outras fontes de ômega-3 tem implicações de grande importância na comercialização.

Os ovos provenientes de galinhas alimentadas com chia têm uma relação entre o ácido graxo alfa-linolênico e o DHA similar ao que se encontra no leite materno humano. Quando adieta se agregam grandes quantidades de chia, o alongamento e a saturação do ácido alfa-linolênico fica retardado e o conteúdo de DHA (um ácido graxo muito instável) permanece constante. Isto quer dizer que quando se

agregam quantidades excessivas de ômega-3 (na forma de ácido alfa-linolênico) na dieta das galinhas, armazena-se essencialmente como ácido graxo alfa-linolênico. Este comportamento metabólico junto com a potente atividade anti-oxidante da chia através dos compostos flavenóides e ácido cinâmico, permitem às galinhas produzir ovos que têm uma estabilidade muito maior que nos ovos com alto conteúdo de DHA. Em troca, quando se agrega excesso de DHA na dieta de uma galinha, não se armazena como ácido alfa-linolênico, já que este processo de alongamento e saturação não é reversível.

A chia não tem colesterol. Nisto difere da carne, óleo e farinha de pescado que contêm quantidades muito significativas. Para os consumidores conscientes da saúde, isto confere à chia dramáticas vantagens comerciais sobre os produtos derivados do pescado.

A chia pode ser armazenada por anos, sem que se deteriore o sabor, o cheiro e o valor nutricional. Esta é uma importante vantagem comparando com os produtos marinhos, já que o óleo/farinha de pescado ou o óleo/farinha de algas necessitam um *packaging* e condições de armazenamento especiais para prevenir, inclusive, as menores trocas no meio ambiente.

A chia é um produto sustentável e ecológico. O alto conteúdo de óleos essenciais das folhas de chia atuam como um potente repelente de insetos, evitando a necessidade de utilização de químicos para proteger o cultivo. O uso da chia como fonte de ácido graxo ômega-3 previne a depredação dos estoques naturais de pescado e também elimina a preocupação enquanto o acúmulo de toxinas no meio ambiente, como a dioxina e o mercúrio que se acumulam no pescado e seus produtos. A extração por solventes e conservantes sintéticos não se necessitam ao usar a chia nas dietas animais ou humanas. Esta é uma importante vantagem comparada com as outras fontes de ácido graxo ômega-3.

A chia tem uma larga história como alimento humano; sua domesticação se remonta aos antigos povos mexicanos no ano de 2.600 Antes de Cristo. O amaranto, os feijões, a chia e o milho eram os principais componentes das dietas das civilizações asteca e maia, quando Colombo chegou ao Novo Mundo. Muita gente ainda utiliza esta cultura milenar na preparação de uma bebida refrescante e popular chamada “chia fresca” ou “água de chia”, que se consome no sudeste do México e América central, bem como na Califórnia e Arizona, nos Estados Unidos.

A chia é ideal para enriquecer grande quantidade de produtos, como fórmulas e alimentos para bebês, alimentos para fornos, barras nutritivas, iogurtes, saladas etc. Quando se utiliza como alimento animal pode-se obter produtos enriquecidos com ômega-3, como ovo, frango, gado, presunto, leite, queijos etc. A chia é uma excelente fonte de proteína, minerais e vitaminas do complexo B, é fácil de usar na preparação de alimentos e segura, não somente nas fórmulas para animais, como também para os humanos.

**Produtos enriquecidos em ômega-3 com chia:  
Ovo, frango, leite e pão**

ALIMENTO	CHÍA AGREGADA A RAÇÃO %	mg/100 gr DE PORÇÃO ALIMENTÍCIA CONTEÚDO DE $\omega$ -3 COM CHÍA	mg/100 gr DE PORÇÃO ALIMENTÍCIA CONTEÚDO DE $\omega$ -3 SEM CHÍA	AUMENTO %	VALOR DIÁRIO DE RAÇÃO (1) %
Ovo (v) Branco	10	742	90	824	57 (w)
Cor	10	716	76	942	55 (w)
Carne de Frango (v) Branca	10	709	95	746	55 (x)
Negra	10	613	112	547	47 (x)
Leite (v)	2	45	34	32	8.5 (y)
Pão (t)	10	508	20	2540	39 (z)
Semiente de Chia	100	2034	-----	-----	100 (k)

Tamanho da porção: (w) 100gr. (dos ovos), (x) 100gr., (y) 224gr. (um copo), (z) 100 gr. (quatro fatias de pão), (k) 6.4 gr., (v)% da dieta animal, (t)% das matérias primas, (1) a % dos valores diários se baseiam

numa dieta de 2.300 calorias. Canadá ( Dept. of Health and Welfare. 1990. Recomendaciones nutritivas. Canadian Government Publishing Center, Ottawa, Canadá.

**Resumo:** A evidência científica apóia fortemente a chia como a fonte mais eficiente para enriquecer alimentos com ácidos graxos ômega-3. Ao agregar na forma direta semente ou farinha de chia ao produto final, ou incluindo-a nas dietas animais,

Não apareceram nenhum dos problemas que têm outras fontes de ômega-3, como a linhaça ou os produtos marinhos que mostram sabor de pescado, perda de peso nos animais, problemas digestivos, diarréia, alergias etc.

### **Relação sobre a chia**

A ciência moderna determinou que as sementes de chia contêm quantidades de óleo que variam entre 32 a 39% e dito óleo oferece a percentagem natural conhecida mais elevada de ácido alfa-linolênico (60 a 63%) – **Tabela 1**. Este ácido graxo essencial também tem demonstrado que tem uma importância significativa em grande quantidade de compostos industriais, tais como vernizes, tintas, cosméticos etc.

A chia será futuramente muito utilizada na indústria alimentícia. Deve enfatizar-se que um ácido graxo alfa-linolênico é um ácido graxo ômega-3 insaturado. Os ácidos graxos poli-insaturados como o alfa-linolênico são muito importantes para a nutrição humana, porém deve-se administrar nos alimentos que já não podem sintetizar-se no corpo humano. Tem-se demonstrado que o óleo contém altas percentagens de ácidos graxos ômega-3 devido que na dieta reduz o risco de sofrer doenças cardíco-vasculares.

O ácido graxo alfa-linolênico atua no corpo humano como um substrato para a transformação em DHA e EPA, através da ação das enzimas de saturação e alongamento. Embora a conversão do ácido alfa-linolênico em DHA e EPA tenha sido determinado há muito tempo, a relação matemática de ácidos graxos de carbono-18 ômega-6 e ômega-3 na conversão dos seus respectivos metabólitos de carbono-20 nos tecidos somente recentemente foi relatado. Em 1995 os projetos financiados pela Australian Nacional Health and Medical Research Council, mostraram que um maior conteúdo de ácido alfa-linolênico na dieta, aumentava o conteúdo de EPA nos tecidos humanos, numa forma previsível. Determinou-se uma relação linear entre a incorporação de ácido graxo alfa-linolênico de origem vegetal e a concentração de EPA no plasma e nos folículos celulares. Também uma investigação publicada em 1997 pela Sociedade Americana para a Nutrição Clínica, comparou os efeitos de se administrar ácido graxo alfa-linolênico de origem vegetal, com ácidos graxos DHA e EPA de origem marinha enquanto os fatores hemostáticos em seres humanos e não pode demonstrar que eram estatisticamente diferentes.

A chia possui a percentagem mais alta de ácidos graxos poli-insaturados alfa-linolênico e linolênico de todos os cultivos. O seguem o cártamo e o girassol com 75 e 67% respectivamente. Esta diferença é ainda maior quando se considera que o cártamo e o girassol não têm ácido graxo alfa-linolênico. O óleo de colza também oferece um alto grau de instauração (67%), porém este, devido a seu alto conteúdo de ácido oléico (monoinsaturado), com um conteúdo relativamente baixo (27%) de ácidos graxos poli-insaturados. A semente de chia possui 19 a 23% de proteína; esta percentagem se compara favoravelmente com outras sementes nutricionais como o trigo (14%), milho (14%), arroz (8,5%), aveia (15,3%), cevada (9,2%) e amaranto (14,8%). Sem dúvida, a diferença de outros grãos, aminoácidos da proteína de chia (**Tabela 2**) não têm fatores limitantes na dieta das pessoas adultas. Outros grãos estão limitados em termos de dois ou mais aminoácidos.

A semente de chia também é uma boa fonte de vitamina B (**Tabela 3**), cálcio, fósforo, potássio, zinco e cobre (**Tabela 4**).

Os extratos de água e metanol da semente de chia uma vez prensados e extraído o óleo, demonstraram uma forte atividade anti-oxidante. Os anti-oxidantes mais importantes são o ácido clorogênico, o ácido cafeico, myricetin, quercetin e kaempfenol flavonols (**Tabela 5**). As atividades de anti-oxidante, agregação antiplaquetária, aintinflamatório, antimutagênico e antiviral do flavonol, tem se demonstrado *in vitro*. Os estudos epidemiológicos indicam que um alto nível que de consumo de alimentos e bebidas ricos em flavonol podem proteger contra as enfermidades cardíco-vasculares, embolia, câncer de pulmão e de estômago.

Dado que a oxidação na chia é mínima a nula, mantém um grande potencial dentro da indústria alimentícia, comparada com outras fontes de ácido graxo alfa-linolênico como a linhaça, que mostra uma decomposição rápida devido a ausência de anti-oxidantes. A linhaça também contém cynoglycosidos e compostos antagonicos a vitamina “B6”. Descobertas científicas recentes mostram que os níveis baixos de vitamina “B” no sangue estão associados com um risco crescente de doenças coronárias fatais e embolia.

Uma vez que o óleo tenha sido extraído da semente de chia, o material remanescente contém de 40 a 60% de fibra. A semente possui 5% de fibra solúvel que aparece como mucilagem ao se colocá-la na água e é útil como fibra dietética. Portanto, a chia não só é importante pelo seu valor nutritivo como também pela sua “natureza espessante”, importante dentro da indústria cosmetológica e outras aplicações.

Também a biomassa da chia tem óleos essenciais em abundância, com uma importância comercial significativa na indústria de sabores e fragrâncias. Dos 52 componentes detectados, os principais são: beta-caryophyllene (13.3 – 35.7 %), globulol (12.8 – 23.4 %), gama-murolene (4.4 – 17.6 %), beta-pinene (2.5 – 15.1 %), alfa-humulene (3 – 6.1 %), germaquene-B (1.8 – 5 %), wyddrol (1.3 – 2.4 %) e em quantidades menores ?-Bourbonene, linalool, valencene e beta-cardinol.

## TABELAS

**Tabela 1: Conteúdo de óleo e composição dos ácidos graxos da semente de chia (Ayerza 1995).**

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

**Nota:** 18:3- $\alpha$ -linolênico; 18:2-linolênico; 18:1-oleico; 18:0-esteárico; 16:0 palmítico. Dentro da coluna as medidas seguidas da mesma letra não são estatisticamente diferentes do nível de probabilidades de 0.5 % de acordo com o novo teste de categoria múltipla de Duncan; (1), lugares do México.



Chia Silvestre com flores brancas e roxas.

(Foto: Giovanni Tosco).

**Tabela 2: Análises do aminoácido da proteína hidrolisada da semente de chia (Ting et. al., 1990)**

Mostra de amino-ácido	Chia S (gr./16 gr. N)	Chia 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
<b>Total</b>	<b>80.64</b>	<b>79.52</b>

**Nota:** S: extração com solvente, P: extração com prensa.

**Tabela 3: Conteúdo de vitamina da semente de chia em base a peso seco (Bushway et. al., 1981)**

<b>Niacina</b> ( $\mu$ g/g semente)	<b>Rivoflavina</b> ( $\mu$ g/g semente)	<b>Tiamina</b> ( $\mu$ g/g semente)	<b>Vitamina A</b> (i.u./g semente)
82.50 + 2.50	2.13 + 0.21	14.42 + 1.16	43.0 + 0

**Nota:** cada valor representa a média de cinco mostras. As análises de vitamina B se fizeram em sementes sem óleo, enquanto que os da vitamina A, se realizaram na semente total.

**Tabla 4: Elementos essenciais na semente de chia sem óleo, em base a peso seco (Bushway et. al., 1981)**

<b>Elementos</b>	<b>Mostra de chia</b> <b>Ppm mg/100 gr.</b>		<b>% RDA de 1</b> <b>Mostra de 1 oz</b>
<b>MACROELEMENTOS</b>			
Ca	8700	870	30
K	8900	980	---
Mg	4660	466	38
P	9220	922	33
<b>MICROELEMENTOS</b>			
Al	442	44.2	---
B	9	0.9	---
Cu	24.5	2.45	---
Mn	58.5	5.85	---
Mo	1.9	0.19	---
Zn	74	7	---

**Nota:** Cada valor representa a medida de cinco mostras.

**Tabla 5: Concentração de antioxidantes em extratos de semente de chia (Taga et. al., 1984)**

<b>Composto</b>	<b>Concentração</b> (mol/kg. de semente de chia)
<b>I.- NÃO HIDROLIZADOS</b>	
Flavonois	---
Acido cinâmico	---

Acido cafeico	$6.6 \times 10^{-3}$
Acido clorogénico	$7.1 \times 10^{-3}$
<b>II.- HIDROLIZADOS</b>	
Flavonois	---
Micetin	$3.1 \times 10^{-3}$
Quercetin	$0.2 \times 10^{-3}$
Kaempfenol	$1.1 \times 10^{-3}$
Acido cinámico	---
Acido cafeico	$13.5 \times 10^{-3}$

## A chia como fonte de ácidos graxos ômega-3 para o consumo humano e animal

Na atualidade existem no mercado diversos produtos alimentícios enriquecidos com ácidos graxos ômega-3; estes são obtidos pela inclusão nos alimentos de linhaça, de chia, óleo/farinha de pescado e algas marinhas. Também se utiliza como ingrediente nas dietas de animais para enriquecer o produto final.

Embora estas quatro matérias primas tenham um alto conteúdo de ácidos graxos ômega-3, existem grandes diferenças entre elas em relação aos fatores de mercado, tais como: disponibilidade, segurança na entrega, uniformidade, preços etc. Outro fator importante é a composição química total e seus efeitos fisiológicos e nutricionais na saúde, tanto das pessoas como dos animais.

No “Simposium On Omega-3 Fatty Acid, evolution and Human Health” (Washington, D.C. 23-24 de setembro de 2002), organizado pela Belovo SA, foi apresentada a primeira aproximação ao tema no trabalho intitulado: “chia as new source of omega-3 fatty acids: advantage over other raw materials to produce omega-3 enriched eggs”. O propósito do mesmo foi comparar os efeitos da chia com outras matérias primas disponíveis, não somente para a produção de ovos, mas também no metabolismo de outros animais e dos seres humanos.

### Origem

**De todas as matérias primas utilizadas, somente o linho (*Linum usitatissimum* L.) e a chia (*Salvia hispanica* L.) têm sua origem em cultivos agrícolas.** Ambas são espécies vegetais com a maior concentração de ácido graxo alfa-linolênico ômega-3 (Tabela 1) conhecida até aquela data (Ayensa 1995, 1996; Coates y Ayensa 1996, 1998; Oomah y KenaseHuk, 1995). Estas sementes, fonte de ômega-3, freqüentemente são usadas moídas como ingrediente alimentício, ou em forma natural como suplemento dietético. Na Tabela 2 está incluída uma comparação nutricional completa.

As outras duas fontes disponíveis são de origem marinha: as algas e o óleo/farinha de pescado. Ambas fontes contêm ácidos graxos ômega-3 de cadeia larga, DHA e EPA, respectivamente (Tabela 3). **Ao se comparar a composição do óleo das quatro fontes, pode-se ver que as terrestres têm um conteúdo maior de ômega-3 que as de origem marinha** (Tabela 4).

A chia e o linho (linhaça) são cultivados em terras agricultáveis e todas as operações já estão mecanizadas. **O linho cresce em regiões de clima temperado e temperado/frio. A chia requer climas tropicais e subtropicais.** Embora ambos cultivos tenham uma extensa história agrícola, o desenvolvimento da chia foi interrompido no século XVI quando os conquistadores invadiram a América, depois do descobrimento de Cristóvão Colombo. A chia foi perseguida até quase sua extinção, por ser considerada sacrílega, devido se constituir no principal elemento das cerimônias religiosas dedicadas aos deuses astecas (Sahagún, 1579). Ao contrário o linho (linhaça), primeiro na Ásia e Europa e depois na América, continuou com sua evolução



ininterrupta e hoje conta, além das variedades tradicionais ricas em ácidos graxos ômega-3, com variedades ricas em ácidos graxos ômega-6 e, inclusive, variedades modificadas através da engenharia genética já aprovadas para cultivo e comercialização nos estados Unidos, Canadá e outros países (*Health Canada 1999; United States Department of Agriculture, 1999; Canadian Food Inspection Agency, 1998*).

O óleo de pescado depende quase que exclusivamente da pesca oceânica e das algas, que inicialmente eram plantas selvagens, hoje cultivadas artificialmente em tanques de água salgada.

#### **Nutrição**

**Tanto o pescado como a chia são usados em dietas humanas há milhares de anos.** O pescado tem constituído o alimento principal das populações estabelecidas nas costas oceânicas fluviais. Embora o uso deste recurso esteja decaindo (*Organization for Economic Cooperation and Development, 1998; Chipello, 1998*), ele é ainda a dieta básica de algumas regiões. **Sem dúvida não se aplica o mesmo ao seu óleo, já que somente o que provem da espécie conhecida como *menhaden* Tem sido qualificado como seguro** (*GRAS-Generally Recognized as safe*) pela Administração de Alimentos e Drogas dos Estados Unidos – FDA (*Food and Drugs Administration, 1999; Becker y Kyle, 1998*).

**Muitas pessoas estão limitadas no uso do pescado devido às alergias, tanto alimentícias como ocupacionais que o pescado gera. As reações ao pescado, reconhecido como potente alergênico, se encontram entre as alergias alimentícias mais comuns, tanto em crianças como em adultos** (*Hebling et. al., 1996; James et. al., 1997; Hansen et. al., 1997; Madsen, 1997*).

**A alergia é hoje uma das causas (e em crescimento) líder de doença e morte, particularmente nas crianças pequenas. Tem-se documentado em vários países um aumento na presença destes problemas** (*Chandra, 2002*). A frequência da alergia ao pescado varia de acordo com a geografia e a exposição.. Na Suécia cerca de 39% da população infantil é alérgica ao pescado e na Espanha a cifra varia entre 18 e 30%. Das alergias que existem na Europa, 22% estão relacionadas ao pescado (*Pascual et al, 1992*). Na França a alergia em adultos é de 4.4 % e 12.7% para pescados e mariscos respectivamente (*Moneret-Vautrin, 2001*).

Ao mesmo tempo, as reservas de pescado no mundo estão diminuindo devido a excessiva exploração deste produto e pela contaminação das águas. **A grande quantidade de substâncias tóxicas nos peixes do mar é hoje em dia motivo de grande preocupação. Um estudo recente monitoriou os contaminantes orgânicos (3 14 PCB, DDT, oxichlordane e outros) no sangue das mães de seis países em volta do pólo norte (Groenlândia, Canadá, Islândia, Noruega, Suécia y Rússia). Os resultados demonstraram que os contaminantes orgânicos persistentes se encontravam em maior quantidade entre as populações Inuit (Esquimós), coincidindo com o fato de que seu alimento principal é de origem marítima. As concentrações de PCBs no sangue das mães da Groelândia foram de 3,7 maiores que o nível de alerta, de acordo com os valores do guia canadense de PCBs no sangue para mulheres em idade reprodutiva. As populações Inuit da Groelândia se alimentam tradicionalmente de pescado e outros animais marinhos como focas e pequenas baleias** (*Helm et. al., 2001; Hansen, 2000*). Estas descobertas concordam com um estudo realizado na Suécia, e é o que se demonstrou que as populações consumidoras de grandes quantidades de pescado (incluindo salmão e arenque) em suas dietas, acumulam na gordura do corpo níveis de dioxina muito mais altos que as pessoas que não o consomem (*Svensson et. al., 1991*).

**A autoridade de Alimentos Seguros da Irlanda (IFSA) realizou uma pesquisa para examinar a contaminação de dioxina e PCB no óleo e fígado de pescado vendidos em países para consumo humano. A IFSA determinou que as cápsulas de óleo de pescado utilizadas como complemento nutricional apresentaram excesso nas classes fixadas pela União Européia: dez dos quinze**

suplementos analisados deram níveis maiores que os permitidos (*Food Safety Authority of Ireland, 2002*).

Inicialmente se acreditou que uma solução parcial dos problemas descritos se encontraria na aquicultura, sem dúvida a aquicultura através dos métodos de alimentação empregados pode, por si mesma, danificar sistematicamente os ecossistemas com perdas de reservas de pescado. Além do mais o valor nutricional dos pescados produzidos depende do alimento e os níveis de ácidos graxos ômega-3 podem ficar extremamente baixos, como se verá mais adiante (*Alasalvar et al, 2002; Hunter y Roberts, 2000; Wahlqvist, 1999*).

O linho (linhaça) e as algas marinhas foram considerados recursos nutricionais importantes na história da humanidade. E mais, o linho tem sido fortemente questionado pela quantidade de fatores que interferem no desenvolvimento normal de homens e animais. O linho é utilizado essencialmente para o manufaturamento de produtos industriais como revestimento, pinturas e vernizes.

A restrição da semente de linho (linhaça) no uso humano e animal se deve principalmente à presença de cianoglicosídeos (linamarin) e a fatores antagônicos da vitamina B6 (*Vetter 2000, Center of Alternative and Animal Products, 1995; Stitt, 1998; Butler et al., 1965*). Recentes descobertas demonstram que os níveis baixos de vitamina B6 no sangue estão associados com um risco crescente de enfermidades cardíaco-coronárias fatais e apoplexia (*AmericanHearth Association, 1999*). A homocisteína, uma substância não proteica que forma aminoácido de enxofre e que não é um constituinte dietário normal, se eleva quando o ácido fólico e os níveis de vitaminas B são inadequados (*Hertzlich et. al., 1996; Selhub et. al., 1996*). Os pesquisadores acreditam que quando as células do corpo mandam em demasia homocisteína ao sangue, o interior das paredes arteriais se irrita, fomentando assim as placas-depósitos de gordura que se aderem às paredes arteriais (*McBride, 1999*). Atualmente se reconhece que uma elevada concentração de homocisteína no soro constitui um fator de risco importante e independente para as doenças cardíaco-circulatórias e a apoplexia (*Malinow, 19996, Boushey et. al., 1995*).

Todas as variedades de linho têm fatores nutricionais, incluindo a nova variedade FP967, um organismo modificado geneticamente (GMO), que tem uma concentração de compostos cianogênicos totais (linamarin, linustatin neolinustatin total) que não é diferente dos tradicionais (*Canadian Food Inspection Agency, 1998*).

O consumo humano da semente de linho está proibido na França, Itália e é usado com limitações na Alemanha, Suíça e Bélgica (*Le Conseil d'Etat, 1973*). Nos Estados Unidos, embora o consumo humano não esteja proibido, não tem a aprovação do FDA. Isto significa que sob tais circunstâncias, se uma empresa decide incluir o linho na fórmula de um produto alimentício, será responsável pela inocuidade do mesmo (*Vanderveen, 1986*).

Recentes trabalhos de pesquisa em animais têm advertido sobre a ação negativa do linho na prenhez e no seu desenvolvimento reprodutivo. Tem-se atribuído a ação do composto denominado *diclycoside ecoisolariciresinol (SDG)* que através da ação microbiana, atua nos mamíferos com depressor ou potencializador estrogênico. Conhece-se o linho como a fonte mais rica de SDG e, portanto, recomenda-se especial cuidado quando se consome durante a gravidez e a lactação (*Toug et. al., 1998; Richard y Thompson, 1998*).

Do ponto de vista das doenças cardíaco-coronárias, as fontes terrestres de ômega-3 mostram uma vantagem muito importante sobre as algas e pescado devido conterem uma quantidade de ácidos graxos saturados (mirístico, palmítico e esteárico) significativamente inferior. O óleo de chia tem um conteúdo de óleos

graxos saturados 2.8 e 5.1 vezes menor que o óleo de menhaden (espécie de robalo) e de algas respectivamente (Tabela 4). Os ácidos graxos saturados de dieta são fatores de risco independentes associados com as DCC (doenças cardíaco-coronarianas), seus efeitos negativos no colesterol LDL do sangue são maiores que os efeitos do colesterol da dieta (*American Heart Association, 1988*). Além disso o ácido graxo esteárico não é considerado hipercolesterolêmico (*Grundy, 1997, Bananote e Grundy, 1988*), ou muito menos hipercolesterolêmico que o palmítico e mirístico (*Katan et. al., 1995., Nelson, 1992*) e comparando-se somente o conteúdo total destes dois últimos ácidos graxos, a chia tem 3.3 e 7.1 vezes menos quantidade que o óleo de menhaden e o das algas respectivamente (Tabela 3).

Outra consideração importante sobre o óleo de pescado é que contém colesterol, pois é produto animal. As quantidades variam dependendo da espécie, por exemplo; o conteúdo de colesterol para 100 grs de óleo de sardinha é de 710 mgs; de óleo de salmão 435 mgs., de óleo de menhaden, 521 mgs., de óleo de arenque 766 mgs. E de óleo de fígado de bacalhau 570 mgs. (*United States Department of Agriculture, 1999*). Isto é importante devido que a chia, o linho e as algas não contêm colesterol porque são espécies vegetais.

Recentemente tem se informado do uso em dietas de frango do óleo de pescado como fonte de ômega-3, devido a facilidade de acesso do mesmo. **Sem dúvida, os óleos de pescado geralmente são subprodutos obtidos durante a preparação de farinha de pescado e sua composição que não é uniforme, muda de acordo com as fontes marinhas e o grau de hidrogenização.** Esta variação na composição de ácidos graxos tem sido amplamente relatada e vai de acordo com a época do ano, o lugar, a espécie etc. Nos óleos de pescado comerciais as variações são muito marcantes (*Valenzuela y Uauy, 1999; Sebedio, 1995; Aceman, 1992*). Por exemplo, o óleo de menhaden e o de fígado de bacalhau têm níveis de EPA, aproximadamente de 10%, enquanto que de sardinha é 20% de ácido graxo e EPA (*Alexander et. al., 1995*).

Além do mais os óleos de fígado de pescado e de bacalhau têm maiores níveis de vitamina A que os óleos obtidos ao se processar o pescado completo. **Tem-se demonstrado que no frango, como em outros animais, que uma grande quantidade de vitamina A da dieta antagoniza o estado da vitamina E** (*McGuire et. al., 1997, Abawi y Sullivan, 1989; Tengerdy y Brown, 1977*).

Depois de seis meses de ser alimentadas com 3% de óleo de menhaden, galinhas ativamente reprodutivas aumentaram perigosamente a lipidose hepática e (*Van Elswyk, 1994*) sugere que o óleo de menhaden na dieta de galinhas poedeiras intensifica a atividade lipogênica do fígado.

**Os efeitos benéficos do pescado têm recebido muita atenção. Sem dúvida os ácidos graxos EPA e DHA são facilmente peroxidados, formando hidroperóxidos e seus produtos de degradação secundária, se se acredita serem danosos para as células. Existe forte evidência de que os aldeídos derivados dos lipídios são realmente citotóxicos e a disponibilidade do agente evacuador celular GSH é um fator crítico para a desintoxicação dos aldeídos** (*Sugihara et. al., 1994*). EPA e DHA se oxidam mais rapidamente que os ácidos linoleicos, alfa-linoleicos e arancidônico e se convertem em produtos de oxidação tóxicos (*Cho et. al., 1987*). A evidência científica mostra que tanto EPA, como DHA podem exercer efeitos benéficos para reduzir o risco de doenças cardíaco-coronarianas somente se a proteção anti-oxidativa contra o estresse oxidante é suficiente para minimizar o dano peroxidativo dos tecidos lipídicos (*Song et. al., 2000*).

**A oxidação dos lipídios alimentícios constitui um grave problema, tanto para os consumidores como para os fabricantes de alimentos. Não se controlando a oxidação pode-se produzir não somente sabores estranhos (conhecido tipicamente como sabor de peixe), como também promover o envelhecimento e as doenças degenerativas da idade, como o câncer, doenças cardiovasculares, cataratas,**

declínio do sistema imunológico e disfunção cerebral, das quais se quer estar protegido precisamente ao se ingerir ácido graxo ômega-3 (*Okuyama et. al., 1997*).

A semente de chia contém uma quantidade de compostos com potente atividade antioxidante, miricetina, quercetina, kaemperol e ácido cafêico. Estes compostos são antioxidantes primários e sinérgicos que contribuem para forte atividade antioxidante da chia (*Castro-Martínez, 1986, Taga et. al., 1984*). A chia é uma fonte de ômega-3 que elimina a necessidade de se utilizar antioxidantes artificiais como as vitaminas. Tem-se visto que as vitaminas antioxidantes anulam os efeitos protetores das drogas cardiovasculares. Uma recente pesquisa encontrou que a combinação de vitaminas antioxidantes, como a vitamina E, C e beta-caroteno bloqueiam o aumento dos níveis de colesterol HDL vistos com a droga sinvastatina (um composto de proteção cardiovascular) (*Brown et. al., 2001*). Também foi demonstrado que a vitamina E promove o processo de oxidação quando sobrepassa o nível superior. Os limites inferiores e superiores estão tão próximos que quando se misturam os ingredientes para uma alimentação animal fica difícil se acertar a quantidade correta (*Leeson et. al., 1998*).

O problema de se ingerir insuficientes antioxidantes desaparece com uma maior quantidade de alfa-linolênicos de origem vegetal, o que gera outra vantagem sobre os ácidos graxos ômega-3 provenientes de produtos de pescados e algas (*Simopoulos, 1999*).

Outro inconveniente que leva a recomendação de aumentar as quantidades de EPA como fonte de ácidos graxos ômega-3, são os possíveis efeitos imunológicos adversos que resultam das quantidades excessivas. Uma quantidade de moderada a grande de EPA pode diminuir a atividade do controle natural de células (NK) em indivíduos saudáveis, embora não ocorre o mesmo com o alfa-linolênico (*Thies et. al., 2001*). **As células NK desempenham um papel importante na defesa local contra infecções virais e a imuno-vigilância contra as células de tumores** (*Lewis et. al., 1992*).

Tradicionalmente as algas não têm sido parte das dietas humanas ou animais (com exceção dos peixes e alguns mamíferos marinhos). A necessidade do uso de CINA como meio para o desenvolvimento artificial e solventes para se extrair o óleo (*Nitsan et. al., 1999; Bekcer y Kyle, 1988*) são aspectos que sem dúvida, que desde o ponto de vista do meio ambiente, deveriam submeter-se à revisão.

Devido à disponibilidade do linho (como óleo industrial) e a seu preço relativamente baixo, tem havido muitas intenções de usá-lo na alimentação animal, como fontes de ácidos graxos ômega-3 sem muito sucesso. **Numerosas publicações científicas mostraram os efeitos negativos que os fatores antinutricionais do linho têm no desenvolvimento das galinhas poedeiras, frangos, porcos, animais de laboratório 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*). Portanto, e com a finalidade de usar linho nas dietas avícolas ou de outros animais, as sementes deveriam ser desintoxicadas previamente. Sem dúvida, o processo mais eficiente requer a utilização de solventes, embora em nenhum caso fiquem completamente desintoxicadas (*Mazza y Oomah, 1995*).

Uma revisão recente comparou na mesma experiência a chia com outras fontes de ácido graxo ômega-3 (*Ayerza, 2002*). Nela se demonstrou a vantagem da chia sobre as dietas que incluem óleo de pescado e linho para a produção de ovos ômega-3. Além disso um trabalho de pesquisa que compara os efeitos do linho e a chia como fonte de ômega-3 informa sobre os efeitos negativos que tem o linho na produção de ovos quando é acrescentado às dietas enriquecidas com chia de galinhas poedeiras (*Ayerza y Coates, 2001*).

Considerando o conteúdo de ácido graxo alfa-linolênico do linho e da chia (Tabela 1) e a incorporação de ácido graxo ômega-3 nos ovos. **A chia prova que tem uma maior eficiência (230%) que o linho (Ayerza, 2002).** Esta diferença poderia estar relacionada com os distintos compostos antioxidante do linho e da chia e sua influência na incorporação de ácido graxo. (Ajuyah *et al.*, 1993), observou que incluindo antioxidante na dieta de frangos se produz um aumento significativo nos ácidos graxos ômega-3, incorporados na carne branca; sem dúvida, também se observou que os antioxidantes externos não melhoram a diminuição do crescimento corporal produzido pela dieta de linho.

Também a maior eficiência na deposição de ácidos graxos mostrada pela chia, comparada com o linho, poderia estar relacionada com o processo de digestão dos lipídeos. Numerosos fatores são capazes de causar variações nos não-ruminantes, na absorção intestinal e na deposição de tecidos das gorduras e dos ácidos graxos. Estes fatores incluem a relação de ácidos graxos saturados:insaturados (Lessire *et. al.*, 1996); mono-insaturado:poli-insaturado (Chang y Huang, 1998) e omega-6:omega-3 total (Wander *et. al.*, 1997) na dieta.

A utilização digestiva dos ácidos graxos varia de acordo a sua produção na molécula de glicerol; portanto as diferenças entre a posição do ácido graxo alfa-linolênico da chia e o linho poderiam explicar a maior incorporação dos ácidos graxos ômega-3 da chia, em relação ao linho (Porsgaard y Hoy, 2000; Straarup y Hoy, 2000; Innis y Dyer, 1997; Lessire *et. al.*, 1996).

**Nenhum dos fatores tóxicos do linho, ou qualquer outro fator adverso foram encontrados na semente ou óleo de chia (Ayersa y Coates, 2002, 2001, 2000, 1999, 1997; Lin, *et. al.*, 1994; Weber *et. al.*, 1991; Ting *et. al.*, 1990, Bushway *et. al.*, 1984)** A chia, junto com o milho e os feijões tem sido o elemento central de muitas civilizações precolombianas da América, incluindo os Maias e os Astecas (Sahagún, 1579).

### **O metabolismo dos ácidos graxos ômega-3 em pessoas e animais**

O mecanismo pelo qual a dieta ácido graxo ômega-3 reduz a mortalidade nas doenças cardíaco-coronarianas (DCC) continua sendo uma controvérsia. A literatura recente mostra uma grande discussão do papel dos diferentes ácidos graxos ômega-3 no corpo das pessoas e dos animais e a maneira de obter níveis ótimos, tanto para o crescimento e desenvolvimento normais, como para a prevenção e tratamento das DCC e outras enfermidades.

O ácido graxo alfa-linolênico não pode ser sintetizado de novo e é por isso que se chama ácido graxo essencial, porém as trocas EPA e DHA podem formar-se a partir do alfa-linolênico. Os seres humanos de qualquer idade, inclusive antes de nascerem, convertem o ácido graxo alfa-linolênico em DHA (Brenna, 2002; Billeaut, *et. al.*, 1997). Também tem se observado este processo em outras espécies (Ayerza y Coates, 2000). Sem dúvida a eficiência desta conversão, dentro da espécie (dependendo da idade) e entre outras espécies, é hoje tema de controvérsias (Simopoulos, 2002), gerando uma forte discussão. Por tal motivo se está buscando a maneira mais conveniente de prover ácido graxo ômega-3, tanto para homens como para animais. O principal ponto de discussão foi produzido por escasso conhecimento científico disponível sobre as funções bioquímicas e fisiológicas dos ácidos graxos ômega-3 em geral e de alfa-linolênico em particular. A aceitação geral de que a função do alfa-linolênico era tão somente ser um precursor dos ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa e o fato de que os primeiros estudos epidemiológicos foram realizados em populações que comem grande quantidade de pescado, foram os principais responsáveis por uma subestimação prematura do ácido graxo alfa-linolênico (Lauritzen *et. al.*, 2001).

**Sem dúvida os recentes resultados de estudos epidemiológicos e controlados sobre o papel biológico do ácido graxo alfa-linolênico nas pessoas e os animais estão mudando o cenário das fontes de ômega-3. A evidência que surge ao observar os vegetarianos que não sofrem problemas com as dietas que não contém DHA,**

**aprova estas mudanças de opinião (Li et. al., 1999).** Enquanto tanto Williard et al (2001), encontraram que quando se agregam quantidades crescentes de DHA performado, a síntese do DHA em astrócitos se reduz, porém não desaparece, embora quando o DHA preformado aumente a concentrações muito grandes. Este resultado é consistentes com dados de Ezaki, et al (1999), que encontraram, depois de administrar alfa-linolênicos durante dez meses a voluntários maiores (67 a 91 anos de idade) do Japão, um aumento de DHA no soro. Os autores ficaram surpresos, pois nestes voluntários a ingesta regular de ômega-3 de cadeia longa proveniente do pescado era considerável. Williard et. al., (2001), concluem que, determinados de síntesis de DHA persistem nos astrócitos, inclusive quando existe disponível excesso de DHA o que sugere que a síntese de DHA a partir do alfa-linolênico é um processo construtivo que se requer para completar as funções essenciais no cérebro.

Recentemente Fu y Sinclair (2000) baseados numa experiência controlada em cavalos, sugeriram que o ácido graxo alfa-linolênico pode ter uma função em relação com a pele, talvez como lipídio secretado pelas glândulas sebáceas, para protege-la de danos como os produzidos pela água, a luz ou outros agentes. **Os autores concluem que se tem nas pessoas uma deposição substancial deste ácido graxo através das glândulas sebáceas poderia se explicar porque o alfa-linolênico raramente se acumula na maioria dos tecidos. Quantidades substanciais de alfa-linolênico na pele sugerem que esta poderia ser um reservatório importante de ômega-3 no corpo.** Além disso Yli-Jama et. al., (2001) determinaram uma correlação muito significativa entre o conteúdo em percentagem de alfa-linolênico no tecido adiposo e nos ácidos graxos livre do soro e também entre a ingesta e o tecido adiposo dos seres humanos.

Como os mamíferos e as aves, os peixes não formam de novo ácidos graxos ômega-3. Necessitam fontes da dieta para completar suas necessidades nutricionais. Embora algumas espécies itícolas tenham uma demanda específica de ácidos graxos, em geral e diferente dos mamíferos e das aves, a maioria dos peixes marinhos requerem ácidos graxos ômega-3 altamente polinsaturados (EPA e/ou DHA) enquanto que os peixes de água doce necessitam ácidos graxos ômega-3 alfa-linolênicos ou mesmo EPA/DHA, ou ainda uma mistura de ambos tipos (Webster y Lin, 2002; Sargent et. al., 199). Alguns peixes, como a truta-arco-íris (*Oncorhynchus sp.*), Milkfish (*Chanos chanos*) Chanel Catfish (*Ictalurus punctatus*) e indian Major Carps (*Catla catla*, *Labeo rohita*, e *Cirrhinus mrigala*) podem alongar e dessaturar a cadeia de ácidos graxos ômega-3 a partir do alfa-linolênico obtido da cadeia alimentar (Ardí, 2002; Lim et. al., 2002, Murphy, 2002; Robinson e Li, 2002) sem dúvida outros peixes, como o Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) são incapazes de usar alfa-linolênico como ácido graxo essencial e requer EPA e DHA (Masumoto, 2002), ou mesmo têm uma capacidade reducida de alongar e dessaturar os ácidos graxos de cadeia curta, como o Red Drum (*Sciaenops ocellatus*) e o Coregonids (*Coregonus sp.*) (Gatlin, 2002; Dabrowski et. al., 2002).

Então para produzir com aquacultura peixes que tenham o conteúdo de EPA e DHA típico dos peixes de mar deve-se alimenta-los juntando à dieta óleo/farinha de pescado. As necessidades alimentares para produzir 2 Kgs de pescado são de 3 Kgs de peixes ou entranhas o que acresce outra interrogativa para sustentabilidade da aquacultura como fonte de ácidos graxos ômega-3, tanto para homens como para animais (Leaf, 2002).

A União Européia tem uma legislação que proíbe o ingresso na cadeia alimentícia de certos subprodutos animais reciclados, que incluem farinha de pescado para ruminantes, com a finalidade de prevenir casos de encefalopatia bovina (BSE ou vaca louca) (Comision of the European Communities, 2000). Assim mesmo está a decisão de emenda, proibindo alimentar com farinha de pescado a todos os animais de granja cuidados, engordados ou criados para a produção alimentar, exceto aos peixes de aquacultura (Comision of the European Communities, 2000). Na intenção de controlar a BSE, a União Européia proibiu

## **importar farinha de pescado do Chile e Peru, dois dos maiores produtores de pescado do mundo, a partir de Janeiro de 2002 (Agroenlinea, 2002).**

O objetivo principal na comercialização de produtos enriquecidos em ômega-3, é que atual como fontes confiáveis de ácido graxo para o consumo humano e animal e não tenham um alto conteúdo de EPA, DHA ou alfa-linolênico. No caso da chia e o linho, o ácido graxo alfa-linolênico que as sementes transmitem ao ovo de galinha, a carne do frango, o leite de vaca, carne de porco etc., atua no corpo humano como substrato para a transformação em EPA e DHA através da ação das enzimas dessaturase e alongasa. Embora quando a conversão de ácido alfa-linolênico em EPA e DHA foi determinada anteriormente, somente recentemente se informou sobre a relação matemática entre os ácidos graxos de 18-carbonos ômega-3 e ômega-6 na concentração dos tecidos de seus respectivos metabólitos de 20-carbonos (*Muggli y Clough, 1994*).

Em 1995, os projetos financiados pelo Conselho Nacional Australiano de Saúde e Pesquisa Médica, e publicados nos Estados Unidos, mostraram que um alto conteúdo de ácido alfa-linolênico na dieta, aumenta o conteúdo de EPA nos tecidos de uma maneira previsível. Determinou-se uma relação linear entre a incorporação de ácidos alfa-linolênicos de origem vegetal e a concentração de EPA no plasma e nos fosfolípídeos celulares (*Mantzioris et al, 1995*). De igual maneira os trabalhos de pesquisa publicados em 1997 pela Sociedade Americana para a Nutrição Clínica (EE.UU.), comparando os efeitos de administrar ácido graxo alfa-linolênico de origem vegetal com ácidos DHA e EPA de origem marítima nos fatores hemostáticos nos seres humanos, não puderam provar que houvera diferenças estatisticamente significativas (*Freese y Mutamen, 1997*).

Um estudo piloto realizado no Centro de Pesquisa e Nutrição Humana de Betsville, Maryland, EE.UU., demonstrou que o ácido alfa-linolênico da dieta é um modulador efetivo da biossíntese de tromboxanos e prostaciclina; portanto se deveria esperar que os efeitos do alfa-linolênicos sejam similares àqueles produzidos pelos lipídeos marítimos (*Ferreti Flanagan, 1996*).

Uma importante quantidade de trabalhos epidemiológicos e controlados, sustentam que o consumo de alfa-linolênicos como fonte de ácidos graxos ômega-3 está associado com uma redução no risco de sofrer doenças cardíaco-coronarianas e outras doenças cardio-coronarianas (*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 e Ghafoorunissa, 1992; Renaud et al 1986a, 1986b*). Do mesmo modo, um ensaio comparativo entre pessoas que recebessem ácido graxo alfa-linolênico com a ingestão de sementes de chia e um grupo placebo, encontrou que os níveis de HDL e triglicérides eram diferentes entre os grupos. Favorecendo o do consumo de chia (*Coates y Ayensa, 2002*). A composição nutricional do suplemento de chia utilizado neste ensaio se encontra no trabalho intitulado **“Nutrientes da semente de chia e sua relação com as necessidades diárias humanas”**.

Por outro lado, grandes quantidades de DHA inibem a ação das enzimas  $\Delta 5$ ,  $\Delta 6$  a nível dos ácidos graxos essenciais linoleico (ômega-6) e alfa-linolênico (ômega-3). Embora esta ação não deveria afetar a quantidade total de ácidos graxos de cadeia longa ômega-3, o fará no caso dos ácidos ômega-<sup>6</sup>, causando portanto um desequilíbrio na relação ômega-6:ômega-3, considerada vital para o bom funcionamento do corpo humano (*British Nutrition Foundation, 1992; Simopoulos y Robinson, 1998; Simopoulos, 1989*).

As gemas de ovo provenientes de galinhas poedeiras alimentadas com dietas enriquecidas com chia mostram um aumento significativo, não somente do ácido graxo alfa-linolênico, como também de DHA. Do mesmo modo que nos seres humanos, as galinhas demonstraram ter a capacidade de aumentar o DHA com a dessaturação e alongamento do ácido graxo alfa-linolênico no fígado, pois a semente carece de DHA

(Tabela 1). Os ovos de galinha alimentadas com dietas de chia a 7% e a 14% tem uma relação alfa-linolênico:DHA de 1.8 e 3.1, respectivamente (Ayensa y Coates, 2000). **Esta relação entre o ácido graxo essencial alfa-linolênico metabólito DHA é igual a encontrada no leite humano..**

As distintas organizações envolvidas no cuidado da saúde humana, que têm aconselhado sobre o nível necessário de consumo de ácidos graxos ômega-3, incluem no ácido alfa-linolênico em suas recomendações, como assim também ao DHA e EPA; sem dúvida somente ao primeiro, precursor dos outros dois se confia um limite mínimo de ingestão (Food and Agricultural Organization, 1994; British Nutrition Foundation, 1992; Canada [dept of] Health and Welfare, 1990).

Embora haja variações ente as recomendações feitas pelos nutricionistas na relação aos diferentes ácidos ômega-3 da dieta, especialmente entre o alfa-linolênico e DHA, eles coincidem em que o conteúdo de alfa-linolênico deve ser muito maior que o conteúdo de DHA, sempre dentro dos limites que ambos ácidos graxos têm no leite humano. Este tem uma relação DHA:alfalinolênico de 1:2.2; 1:2.2; 1:2.7; 1:3.3; 1:3.6; 1:4; e 1:8, em mulheres da Alemanha, França, Cuba, Nigéria, Japão, China e Nepal, respectivamente (Jensen y Lammi-Keefe, 1998; Yonekubo et. al., 1998; Vander Jagt et. al., 2000; Glew et. al., 2001; Krasevec et. al., 2002). Nos Estados Unidos, a relação entre alfa-linolênicos : DHA do leite materno para mulheres de Maryland, Connecticut e Oklahoma é de 1:4.4; 1:2.1 e 1:5, respectivamente (Bitman et. al., 1981; Herdenson et. al., 1992, cited by Nettleton, 1995; Jensen et. al., 2000). É conhecida a variação individual do conteúdo de ácido graxo no leite humano: por ejemplo, no DHA se observou uma variação de 0.04 a 0.25% dos ácidos ômega-3, o nível do ácido alfa-linolênico é sempre significativamente maior que o conteúdo de DHA.

Os ovos de galinhas alimentadas com dietas de chia têm uma relação entre o ácido graxo essencial alfa-linolênico e seu metabólito DHA, similar àquela encontrada no leite materno de mulheres da Alemanha, França, Cuba, Nigéria, Japão e China. Também as classes de DHA : alfa-linolênicos dos ovos de galinhas alimentadas com dietas com 7% de chia, **são semelhantes aos de ovos de galinhas alimentadas em condições de pastoreio livre, consumindo vegetais de folhas verdes, frutas frescas e secas, insetos e, ocasionalmente, minhocas (Simopoulos y Salem, 1992).**

Por último, o objetivo de não somente de não aumentar o risco de sofrer uma doença cardíaco-coronariana incluindo ovo na dieta, como também de reduzir tal risco, foi alcançado com a ingestão de ovo enriquecido com ômega-3, agregando uma fonte de ácido alfa-linolênico na diente das galinhas. Trabalhos comparativos de ovos regulares e ovos enriquecidos em ômega-3 utilizando ácidos alfa-linolênicos na dieta das galinhas e incluindo tais ovos em dietas humanas, tem provado a capacidade destes últimos, de diminuir o risco de sofrer uma doença cardíaco-vascular, ao reduzir o conteúdo de triglicérides e colesterol no plasma e além disso, a pressão sanguínea. Ao contrário, os ovos normais aumentaram estes parâmetros e, portanto, a possibilidade de sofrer uma doença cardíaco-coronariana (Ferrier et. al., 1995; Sim yJang, 1994; Ferrier et. al., 1992; Oh et al, 1991). **Os resultados recentes de um ensaio comparativo mostraram que os ovos enriquecidos com alfa-linolênico produzem uma redução da agragação plaquetária significativamente mais profunda que os ovos enriquecidos com DHA; estas observações sugerem a existência de um mecanismo independente pelo qual o alfa-linolênico reduz a agragação plaquetária (Van Elswyk et. al., 2000).**

**A forte redução nos ácidos graxos saturados totais e especialmente do ácido graxo palmítico encontrado nos ovos (até 30,6%) e na carne de frango (até 20,6%) de aves alimentadas com chia indica, para estes produtos enriquecidos em ômega-3, uma vantagem adicional do ponto de vista nutricional. Pesquisas recentes sugerem que a redução no conteúdo dos ácidos graxos saturados nos produtos avícolas depende da alimentação, o que dá à chia uma grande vantagem comparada com os produtos derivados dos pescados, algas e linho (Ayerza et. al., 2002; Ayerza e Coates, 2001 e 2000).**



## Características organolépticas

A “Pesquisa enfocada na Saúde” é de caráter nacional nos Estados Unidos, a respeito das preferências e tendências neste país, que se realiza a cada dois anos desde 1990. A enquête de 2000 mostrou que a maioria dos entrevistados acredita que, além da nutrição básica, podem oferecer benefícios que alcançam a nutrição funcional para a prevenção de doenças e o melhoramento da saúde. Sem dúvida, o primeiro obstáculo para realizar escolhas naturais é o sabor. Hoje, mais que nunca, os consumidores não querem comprometer o sabor, para os benefícios da saúde (Gilbert, 2000).

Os alimentos feitos com linho e lipídeos marinhos ou com produtos de animais com uma ou mais destas matérias primas como fonte de ômega-3, têm um cheiro típico, geralmente reconhecido como “cheiro ou sabor de peixe” (Ayerza, 2002; Ayerza y Coates, 2001; Word et al., 1999; Warnants et al., 1998; Romans et al., 1995).

Os ovos postos por galinhas alimentadas com sementes de linhaça têm um odor característico (desagradável), semelhante ao das galinhas alimentadas com óleo de pescado (Van Elswyk et al., 1995; Caston et al., 1994; Jiang et al., 1994; Van Elswyk et al., 1992; Adam et al., 1989; Koehler y Bearnse, 1995). Além disso, vários ensaios demonstraram um crescente sabor residual (off flavor) na carne de frango (negra ou branca) ao agregar maiores percentagens de semente de linho e produtos de pescado nas suas dietas. O sabor/gosto estranho (off flavor) foi afetado com um conteúdo de óleo de pescado e sementes de linho muito baixo: 1.5% e 5%, respectivamente (González-Ezquerria e Leeson, 2000; López Ferrer et al., 1999; Hargis e Van Elswyk, 1993; Ratanayake et al., 1989; Miller e Robisch, 1969; Holdas e May, 1966; Fry et al., 1965; Hardin et al., 1964). Em contrapartida, a aceitação e o sabor de ambos os tipos de carne (negra e branca) de frango, não foi significativamente diferente ( $P > 0,05$ ) entre as dietas com alto conteúdo de chia e a dieta de controle (Ayerza, et al., 2002).

**A diferença nas características organolépticas de ovos e carne produzidos com linho e com chia podem dever-se à ação dos poderosos antioxidantes, que se encontram na chia e não assim no linho (Shukla, et al., 1996; International Flora Technologies, 1990; Castro-Martínez et al., 1986; Taga et al., 1984) e/ou entre a interação entre os outros componentes do linho e a fisiologia das aves (Marshall et al., 1994). No caso de produtos de pescado o típico odor é devido à instabilidade do DHA e EPA com relação ao ácido alfa-linolênico e à ausência de antioxidantes naturais capazes de preservá-los deste processo degenerativo (Shukla y Perkins, 1993).**

**Em um trabalho feito nos Estados Unidos que compreendeu cinco cidades, demonstrou-se que os consumidores geralmente rejeitam produtos avícolas que lembrem pescado (Marshall et al., 1994). A ausência das características organolépticas típicas nos ovos postos por galinhas alimentadas com chia e em carne de frangos alimentados com a mesma chia representa uma vantagem comparativa, muito destacada para esta semente, em detrimento dos subprodutos do linho e pescado (Ayerza et al., 2002; Ayerza e Coates, 2002, 2001 y 1998).**

Segundo a informação disponível, os ovos e carne produzidos com o emprego de algas marinhas carecem de sabor ou gosto de pescado porém, embora não tenha sido possível identificar estudo científico algum que sustente este fato. Pode encontrar-se uma referência indireta sobre os sabores estranhos em ovos e carne produzidos com dietas enriquecidas com algas em um trabalho científico (Abril et al., 2000), ali se menciona que incluindo até 1% de algas em dietas de galinhas poedeiras, não tem uma grande diminuição da aceitação geral dos ovos no que se refere a sabor e aroma. Apesar de não haver informação científica a favor ou contra isto, o alto conteúdo e instabilidade de oxigênio no DHA, necessariamente transmitir aos ovos e carne produzidos com grandes quantidades de algas, condições organolépticas indesejadas.

Não todas, porém algumas algas marinhas mostraram atividade antioxidante em relação ao conteúdo total de polifenol pelo que se tem sugerido que o polifenol poderia prevenir o dano oxidativo em importantes membranas biológicas. Sem dúvida, as algas marinhas comerciais mostram uma capacidade antioxidante muito pequena e a explicação para isto poderia estar relacionada com o processo da secagem das tais algas (50°C durante 48 horas) para sua comercialização. **Jiménez-Escrig et. al., (2001) informaram recentemente que o processamento (secagem) e armazenamento diminuem a capacidade antioxidante das algas frescas. Portanto a explicação para a grande diferença entre a chia e as algas marinhas, que logo são armazenadas, podem associar-se com a quantidade e qualidade de antioxidantes naturais contidos em cada matéria prima.**

Em síntese, numerosos estudos mostram evidência sólida de que, incluindo-se mais de 5% de semente de linho, 1,5 de óleo de pescado ou 1% de algas nas dietas de frangos, o resultado será uma diminuição significativa da aceitação total do produto em relação ao sabor e ao aroma. Sem dúvida pode-se incluir 30% de chia na dieta das aves sem encontrar preferências negativas dos consumidores com relação aos produtos comuns. **Nos ovos isto significa um potencial máximo de enriquecimento em ácidos graxos ômega-3 de 175 mg/ovo para algas, 207 mg/ovo para o óleo de pescado, 244 mg/ovo para a semente de linho e 986 mg/ovo para a semente de chia sem afetar as características organolépticas (Ayamond e Van Elswyk, 1995; Van Elswyk et. al., 1995; Abril et. al., 2000; Ayensa e Coates 2002 y 2000).**

## Conclusão

**As informações disponíveis demonstram que nenhum dos níveis de ômega-3 dos produtos comuns obtidos de animais alimentados com dietas enriquecidas com chia poderiam alcançar com dietas baseadas no linho, óleo de pescado ou algas sem afetar fortemente o rendimento produtivo dos animais e uma ou mais características intrínsecas do produto final.** Em todos os casos o fator limitante para a utilização de grandes percentagens das fontes disponíveis de ômega-3, excetuando-se a chia, é o sabor, o odor e a textura típica que se transmite. No caso do linho, a produção animal também será afetada ao reduzir os parâmetros de produção ou afetar a saúde humana.

Na Tabela 5 as características principais da semente de chia discutidas neste trabalho estão comparadas sinopticamente com as da semente de linho, as algas e o óleo de pescado, como matéria prima na indústria alimentícia, tanto humana como animal.

**A quantidade de trabalhos científicos informando sobre as vantagens nutricionais da chia sobre outras fontes de ômega-3 e a comercialização de produtos que a incluam estão crescendo em todo mundo. Utiliza-se para fazer pães, barras energéticas, suplementos dietéticos para pessoas, alimento para cavalos, gatos, cachorros, nas dietas de aves para produção de ovos e carne, em dietas de vacas leiteiras que aumentam a qualidade do leite etc. (ver exemplos na Tabela 6). A ciência moderna explica porquê as antigas civilizações meso-americanas consideravam a chia como componente básico de suas dietas e depois de 500 anos de ser forçada à obscuridade, o cultivo oculto dos astecas oferece ao mundo uma oportunidade de voltar às origens e melhorar a nutrição humana, administrando uma fonte natural de ácidos graxos ômega-3 e antioxidantes.**

## TABELAS

**Tabela 1.- Conteúdo de óleo e composição dos ácidos graxos das sementes de chia e linho**

Sementes	Óleo (%)	$\alpha$ -linolênico	Linolênico (g/100g)*	Oleico (g/100g)*	Esteárico	Palmitico
<b>CHÍA**</b>	32.8	20.34	6.66	2.36	0.95	2.13
<b>LINO***</b>	43.3	25.46	6.32	7.32	1.3	2.25

\* Por 100 g. de semente.

Fonte: \*\*Ayerza e Coates (1999).

\*\*\* Bhatti (1995).



Planta de Chia Silvestre. (Foto: Giovanni Tosco).



Planta de Linho. (Linhaça)

**Tabela 2.- Composição das sementes de linho e chia**  
**(Cada 100 gr. de porção comestível)**  
**Nomes científicos: *Linum usitatissimum*, *Salvia hispanica***

Nutriente	Unidade	Linho	Chia
Água	g	8.75	4.00
Energia	kcal	4.92	330
Energia	kJ	2059	1381
Proteína	g	19.50	17.1
Lípido total (Gordura)	g	34.00	32.8
Carboidrato por diferença	g	34.25	41.8
Fibra da dieta total	g	27.9	22.1
Cinza	g	3.50	
<b>Minerais</b>			
Cálcio, <b>Ca</b>	mg	199	870
Ferro, <b>Fe</b>	mg	6.22	---
Magnésio, <b>Mg</b>	mg	362	466
Fósforo, <b>P</b>	mg	498	922
Potássio, <b>K</b>	mg	681	890
Sódio, <b>Na</b>	mg	34	---
Zinco, <b>Zn</b>	mg	4.17	7.4
Cobre, <b>Cu</b>	mg	1.041	2.45
Manganês, <b>Mn</b>	mg	3.281	5.85
Selênio, <b>Se</b>	mcg	5.5	---
<b>Vitaminas</b>			
Vitamina C, ácido ascórbico total	mg	1.3	---
Tiamina	mg	0.170	0.144
Rivoflavina	mg	0.160	0.213
Niacina	mg	1.400	8.250
Ácido Pantotênico	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	---
<b>Lípidios</b>			
Total de ácidos graxos saturados	g	3.196	3.08
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
Fator ácido total monoinsaturados	g	6.868	2.42
16:1 Não diferenciados	g	0.000	0.03
18:1 Não diferenciados	g	6.868	2.36
20:1	g	0.000	0.03
<b>Nutrientes</b>	<b>Unidade</b>	<b>Lino</b>	<b>Chía</b>
22:1 Não diferenciados	g	0.000	---
Total de ácidos graxos monoinsaturados	g	22.440	27.1
18:2 Não diferenciados	g	4.318	6.66
18:3 Não diferenciados	g	18.122	20.34
18:4	g	0.000	---
20:4 Não 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
<b>Outros</b>			
Cafeína	mg	0	---
Teobromina	mg	0	---
<b>Antioxidantes</b>			
Não Hidrolizados	---	---	---
Acido cafeico	mol	---	0.66x10 <sup>-3</sup>
Acido clorogênico	mol	---	0.71x10 <sup>-3</sup>
Hidrolizados	---	---	---
Miricetina	mol	---	0.31x10 <sup>-3</sup>
Quercetina	mol	---	0.02x10 <sup>-3</sup>
Kaempferol	mol	---	0.11x10 <sup>-3</sup>
Acido cafeico	mol	---	1.35x10 <sup>-3</sup>
<b>Aminoácidos</b>			
Alanita	gm/100 gm*	4.4	4.4
Arginina	gm/100 gm*	9.2	9.9
Acido aspártico	gm/100 gm*	9.3	7.6
Cistina	gm/100 gm*	1.1	1.5
Acido glutâmico	gm/100 gm*	19.6	15.0
Glicina	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

Licina	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
Triptófano	gm/100 gm*	1.8	---
Valina	gm/100 gm*	4.6	5.2

**\* Proteína**

BANCO DE DADOS:

**Semente de linho**

**Nota:** Segundo o banco de dados de nutrientes da USDA, pode-se utilizar até 12% de semente de linho como ingrediente alimentício de forma segura. The Flax Council of Canada, 2002.

**Semente de chia**

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

**Tabela 3.- Composição dos ácidos graxos dos óleos de: peixes, menhanden, algas, chía e linho**

Ácidos graxos	14:0	16:0	16:1 <sup>5</sup>	18:0	18:1 <sup>6</sup>	18:2 <sup>7</sup>	18:3 <sup>8</sup>	20:3 <sup>8</sup>	20:4 <sup>8</sup>	20:5 <sup>8</sup>	22:5 <sup>8</sup>	22:6 <sup>8</sup>
<b>% Total de ácidos graxos</b>												
menhaden <sup>1</sup>	7.9	15	10.5	3.8	14.5	2.2	1.5	0.4	1.2	13.2	5	8.6
alga <sup>2</sup> *	17	32	7.8	1.1	4.8	---	---	---	---	0.7	8	27.6
chía <sup>3</sup>	---	6.9	---	2.8	6.7	19	63.8	---	---	---	---	---
linho <sup>4</sup>	---	5.5	---	1.4	19.5	15	57.5	---	---	---	---	---

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

**Tabela 4.- Composição dos ácidos graxos dos óleos de menhanden, alga, chía e linho, calculados com os dados da tabela 2**

Acidos graxos	Σ SFA	Σ MUFA	Σ Ômega-6	Σ Ômega-3
<b>% Total de ácidos graxos</b>				
<b>Menhaden</b>	26.9	25.0	2.2	29.8
<b>Alga</b>	50.3	12.6	---	36.7
<b>Chía</b>	<b>9.7</b>	<b>6.5</b>	<b>19</b>	<b>63.8</b>
<b>linho</b>	6.9	19.5	15	57.5

**Tabela 5.- Comparação das principais fontes de ácidos graxos ômega-3 para utilização na alimentação humana e de animais**

Fonte de ômega-3	Óleo de pescado <sup>1*</sup>	Algas <sup>2**</sup>	Semente de linho <sup>3</sup>	Semente de chía <sup>4</sup>
<b>Origem</b>	Animal	Vegetal	Vegetal	<b>Vegetal</b>
<b>História como alimento humano</b>	não	não	não	<b>sim</b>
<b>Uso primário para indústria</b>	Alimento animal	Alimento animal	Indústria	<b>Alimento humano</b>
<b>Acido graxo ômega-3</b>	EPA & DHA	DHA	ALA	<b>ALA</b>
<b>Concentração de ácido graxo ômega-3 (% de óleo)</b>	30	37	58	<b>64</b>
<b>Conteúdo total de ácidos graxos ômega-3 (%)</b>	30	19	25	<b>20</b>
<b>Concentração de ácidos graxos saturados(%óleo)</b>	27	50	7	<b>9</b>
<b>Fonte de ômega-3</b>	<b>Óleo de pescado<sup>1*</sup></b>	<b>Algas<sup>2**</sup></b>	<b>Semente de linho<sup>3</sup></b>	<b>Semente de chía<sup>4</sup></b>
<b>Colesterol</b>	sim	não	não	<b>não</b>
<b>Fatores antinutricionais tóxicos</b>	sim	não	sim	<b>não</b>
<b>Estabilidade comparativa da gordura</b>	Muito baixa	Muito baixa	baixa	<b>alta</b>
<b>Antioxidantes naturais</b>	não	Muito baixo	Muito baixo	<b>alto</b>
<b>Sabor extraño (a pescado)</b>	sim	sim	sim	<b>não</b>
<b>Dificultad de manejo y almacenamiento</b>	sim	sim	alguma	<b>não</b>
<b>Antioxidantes necesarios</b>	sim	sim	sim	<b>não</b>
<b>Producto amigo del medio ambiente</b>	não	não	médio	<b>sim</b>
<b>Tendencia de precios a mediano y largo plazos</b>	em aumento	em aumento	estável	<b>em diminuição</b>

1: USDA, 1999;

2: Abril e Barclay, 1998;

3: Coates e Ayerza, 1998;

4: Sultana, 1996;

\* Menhaden oil;

\*\* DHA Gold J. (*Schizochytrium* sp.).

**Tabela 6.- Produtos enriquecidos com chía: ovo, carne de frango, leite e pão**

Alimento	Chía como	Alimento de chía:	Alimento comum:	Aumento	Valor diário
----------	-----------	-------------------	-----------------	---------	--------------

	matéria prima	conteúdo de ômega- 3	conteúdo de ômega- 3		por porção <sup>1</sup>
mg/100 gs de porção comestível					
	%			%	%
<b>Ovos</b>					
Branco	10	742	90	824	57 <sup>w</sup>
Marrom	10	716	76	942	55 <sup>w</sup>
<b>Carne de frango</b>					
Branca	10	709	95	746	55 <sup>x</sup>
Negra	10	613	112	547	47 <sup>x</sup>
Leite	2	45	34	32	8.5 <sup>y</sup>
Pão	10	203	20	1015	16 <sup>z</sup>
Semente de chia	100	2034	---	---	100 <sup>k</sup>

Tamanho de porção: <sup>w</sup> 100 gr (2 ovos); <sup>x</sup> 100 gr; <sup>y</sup> 244 gr (uma xícara); <sup>z</sup> 100 gr (4 fatias de pão);

<sup>k</sup> 64 gr valor diário: <sup>1</sup> O valor das porcentagens diárias se baseiam numa dieta de 2300 calorias. Canadá (Dep of) Health and Welfare, 1990. Nutrition recommendation. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa, Canada.

## Nutrientes da semente de chia e sua relação com as necessidades humanas diárias

A seguinte tabela se propõe facilitar a compreensão da composição nutritiva das sementes de chia em relação às recomendações para contribuir para uma dieta saudável.

### Valor diário

A percentagem de valor diário (% DV) se baseia nas recomendações para uma dieta de 2000 calorias. Com a finalidade de informar nas embalagens, a Administração de Alimentos e Drogas dos Estados Unidos estabelece 2000 calorias como quantidade de referência para calcular as percentagens DVs. A % DV mostra a percentagem diária recomendada (a quantidade) de um nutriente por porção de alimento. Usando a %DV pode-se saber se a quantidade é muita ou pouca, o valor diário pode ser maior ou menor, dependendo das necessidades calorias de cada indivíduo. Embora provavelmente você, como a maioria das pessoas não saiba quantas calorias consome ao dia, mesmo assim pode utilizar a %DV como marco de referência, tanto se come mais ou menos de 2000 calorias ao dia.

### Tamanho da porção

Todas as quantidades dos nutrientes listados na etiqueta da embalagem do alimento dependem do tamanho da porção. O tamanho da porção de 25 gr se baseia na quantidade diária de ácidos graxos ômega-3 recomendada por organizações de nutrição como a Organização de Alimentos e Agricultura, Organização Mundial da Saúde (2002), Fundação Britânica de Nutrição (1999) e Saúde e Bem Estar do Canadá (1990), além dos resultados de pesquisas dos efeitos do colesterol total, LDL, HDL e triglicérides em seres humanos, a partir do consumo de semente se chia (Coates e Ayerza, 2002).

### Porções por embalagem

A quantidade de porções por embalagem é de quatro e dez por 100gr e 250 gr respectivamente, segundo os embaladores de semente de chia pura que se encontram no mercado. (no México a semente de chia é encontrada em qualquer mercado ou loja de semente para animais e se vende por quilo ou por gramas).

## Enunciado do conteúdo

Os enunciados do conteúdo de nutrientes do Painel Nutricional, facilitam para se distinguir um enunciado de outro ao se comparar diferentes produtos. E do conteúdo da semente de chia se estabeleceu com a classificação utilizada pela Academia Nacional de Ciência (1999-2000) e a Organização de Alimentos e Drogas dos Estados Unidos (1999). Sem dúvida, devido que ambas organizações não determinaram o valor diário e o enunciado do conteúdo, se estabeleceu utilizando a quantidade mínima de ingestão de nutriente, recomendada oficialmente pela Saúde e Bem Estar do Canadá (1990).



**PAINEL**

Plantação de Agave Tequilero. (A chia pode ser plantada entre ele, na temporada que cresce a planta de Agave e se obtém assim duas culturas).

**NUTRICIONAL**

<b>SEMENTE DE CHIA</b>				
<b>NUTRIÇÃO</b>				
<b>Tamanho da porção: 25 gramas</b>				
<b>Porção por recipiente: 4 (recipiente de 100 gr.); 10 (recipiente de 250 gr.)</b>				
<b>Calorias totais: 134</b>		<b>Calorias de gordura: 73.8</b>		
	<b>Quantidade por porção (25 gr/día)</b>	<b>DV gr.</b>	<b>%DV</b>	<b>Conteúdo</b>
<b>Colesterol</b>	0	300 mg.	sim	sim
<b>Sódio</b>	5 mg.	2400 mg	sim	sim
<b>Lípidios totais</b>	8.2 gr.	65 gr.	sim	---
<b>Ácidos graxos saturados</b>	0.7 gr.	20 gr.	12.6	baixo
<b>Ácidos graxos trans</b>	0	---	---	sim

	<b>Quantidade por porção (25 gr/día)</b>	<b>DV gr.</b>	<b>%DV</b>	<b>Conteúdo</b>
<b>Ácidos graxos ômega-3</b>	5.2 gr.	1.3 gr.	400	Fonte ômega-3



Proteína	4.3 gr.	50 gr.	8.6	---
Carboidrato total	11.0 gr.	300 gr.	3.7	---
Fibra dietética	3.4 gr.	25 gr.	13.6	Boa fonte
Niacina	2.1 mg.	16 mg.	13.1	Boa fonte
Riboflavina (B2)	0.06 mg.	1.3 mg.	4.6	baixo
Tiamina (B1)	0.36 mg.	1.2 mg.	30	Alto
Vitamina A	1075 I.U.	5000 I.U.	21.5	Alto
Cálcio	218 mg.	1000 mg.	21.8	Alto
Fósforo	231 mg.	700 mg.	33	Alto
Magnésio	117 mg.	420 mg.	27.9	Alto
Manganês	1.46 mg.	2.3 mg.	63.5	Alto
Zinco	1.85 mg.	11 mg.	12.3	Boa fonte
Cobre	0.61 mg.	2.0 mg.	30.5	Alto
Potássio	223 mg.	3500 mg.	6.4	---
Ferro	12.2 mg.	18 mg.	67.8	Alto
Molibdênio	0.05 mg.	0.75 mg.	66.7	Alto
Alumínio	11.1 mg.	---	---	---
Boro	0.23 mg.	---	---	---

## COMENTÁRIOS NUTRICIONAIS

### Os nutrientes

**Limitar estes nutrientes:** Os nutrientes listados primeiro são os que a população americana e de outros países ocidentais, comem geralmente em quantidades adequadas ou inclusive em excesso. **Limitar estes nutrientes** se identificados no quadro com texto em cor alaranjada. Consumir demasiados lipídios, ácidos graxos saturados trans ou demasiado sódio, aumenta o risco de sofrer certas doenças crônicas, como as cardíacas, algum tipo de câncer ou pressão alta. Comer demasiadas calorias se relaciona com o sobrepeso e a obesidade. As sementes de chia não têm sódio, colesterol, nem ácidos graxos trans e muito poucos ácidos graxos saturados.

**Suficiente quantidade destes nutrientes:** Os americanos freqüentemente não consomem em suas dietas suficiente fibra dietética, Vitamina A, Vitamina C, cálcio e Ferro. **Suficiente quantidade destes nutrientes** se identifica no quadro com texto em azul. Consumir o necessário destes nutrientes pode melhorar a saúde e ajudar a reduzir o risco de sofrer algumas doenças e condições. Por exemplo: suficiente calcio pode reduzir o risco de osteoporose que, ao debilitar os ossos, se quebram com a idade. A semente de chia é uma fonte alta de Niacina, Tiamina, Vitamina A, Cálcio, Fósforo, Magnésio, Manganês, COBRE, Ferro e Molibdênio e uma boa fonte de fibra dietética, zinco e ácidos graxos ômega-3

## Alimento saudável

A semente de chia é considerada suplemento dietético pelo FDA, porém, além disso, completa os exigentes regulamentos de conteúdo alimentício, estabelecidos por essa organização, por ser um “Alimento Saudável”.

## BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS

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 Chia (Salvia hispánica L.) from Five Northwestern The American Oil Chemists` Society, 72:1079-1081.*

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

*Ayerza, R. (h) and W. Coates.2001. The omega-3 enriched eggs: the influence of dietary linolenic 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 chia: influence on yolk cholesterol , lipid content and fatty acid composition, for two strains of hens. Poultry Science, 78:724-739.*

*Ayerza, R. (h), and W Coates. 1999. An omega-3 fatty acid enriched chia 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 chia 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 linola low-linolenic 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 of an increased intake of alpha-linolenic acid and group nutritional education on cardiovascular risk factors: the Mediterranean alpha-linolenic 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-linolenic acid with a linoleate/alpha-linolenate 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 on 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-linolenic 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*. *British 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 niacin, 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 stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels*. *New England Journal of Medicine*, 318:1244-1248.

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 chia seed*. *Journal of Food Science*, 49:555-557.

Butler, G.W., R.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- Martínez, R., D.E. Pratt, and E.E. Miller. 1986. *Natural antioxidants of chia 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, Illinois, 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. Matusiewiicz. 2002. *Coregonids. Pages 230-244 in Nutrient 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-linolenic 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-linolenic 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-linolenic acid and docosahexaenoic 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 enriched in alpha-linolenic acid (LnA). Food Research International, 25: 263-268.*

Foods 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.*

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](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-linolenic 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-linolenic acid in the guinea pig*. *Paediatric 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 on performance and on the flavour of broiler meat* . *Poultry Science*, 43:858:860.

Hardy , R.W.2002. *Rainbow trout , Oncorhynchus 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 radioallergisorbent 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 coplanar polychlorinated biphenyls in beluga whale (Delphinapterus leucas) and ringed seal (Phoca hispida) from the eastern Canadian Arctic. Environmental Pollution, 119:60-78.*

Health Canada. 1999. *Novel food information-Food biotechnology: sulfonyleurea tolerant flax, CDC Triffied-Health Protection Branch, FP 967. FD/OFB-098-047-A, Ottawa, Canada, 7p.*

Hernandez Gomez, J. A. 1994. *Chia (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 International sobre Etnobotánica en Mesoamérica, Chapingo, México.*

Herzlich, B.C., E. Lichstein, N. Schulhoff, M. Weinstock, M. Pagala, K. Ravindran, T. Namba, F. Nieto, S. Stabler, R. Allen, and M. Malinow. 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 flavor of eggs and carcasses of hens. Poultry Science, 45: 1405-1407.*

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-linolenic 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(/): 1047-1058.*

Indu, M. and M. ghafoorunissa. 1992. *N-3 fatty acids in Indian diets-comparison of the effects of precursor (Alpha-linolenic 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 phospholipid arachidonic and docosahexaenoic acids, and alter cholesteryl ester metabolism in formula-fed piglets. Journal of Nutrition, 127: 1311-1319.*

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

James, J.M., R.M. Helm, A.W. Burks, and S. B. Leherer. 1997. *Comparison of paediatric 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, Illinois, 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. Jimenez, 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. Bearn. 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 linolenic 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-linolenic 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 Requeriments and Feeding of Finfish for Aquaculture, edited by C.D. Webster and C. Lim. CAB International Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.*

Lin, K. Y., and J. R. Daniel. 1994. *Structure of chia 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-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. The Lancet*, 343: 1454-1459.

Loria, R M., and D. A. Padgett. 1977. *Alpha-linolenic 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.

Malinow, 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, y L.G. Cleland. 1995. *Differences exist in the relationships between dietary linolenic and alpha-linolenic 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 Rèseau 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. Chapman & Hall, New York, New York, USA.*

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 and/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 linoleic 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.

Organisation 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.

Porsgaard, 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. Ortchanian, 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 diglycoside 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. O'leary, 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.

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.

**REDAÇÃO E DESENHO GRÁFICO: EFRAÍN MERA MALO; MÉXICO.**

**Tradução: PSF**

**© ATUALIDADES ORNITOLÓGICAS n. 119, MAIO/JUNHO DE 2004, PÁG.7**

# "Los beneficios de la chia en humanos y animales"

**POR: GIOVANNI TOSCO**



Cultivo de Chía Doméstica.

(Foto: Giovanni Tosco)

**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 poquita 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.

#### **¿Por qué la semilla de chía es un alimento de alta energía y resistencia?**

La chía es una completa fuente de proteínas, proporcionando todas 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 copeteada 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.

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 (linoleico). 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 *boron*, 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.

**CHIA.** Planta mexicana, 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 CHIA 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%.



Mujer Tarahumara: Fueron unos de los primeros en utilizar la chía como alimento y medicina en América Prehispánica.

## 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. Los antioxidantes de la chía tienen una enorme ventaja sobre todas las demás fuentes de ácidos grasos omega-3.

- La chía utilizada como fuente de ácidos grasos 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 el 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 lino. **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  $\alpha$ -linolénico 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  $\alpha$ -linolénico 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  $\alpha$ -linolénico) en la dieta de las gallinas, se almacena esencialmente como ácido graso  $\alpha$ -linolénico. **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  $\alpha$ -linolénico, 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 *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 por solvente 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 RACIÓN %	mg/100 gr DE PORCIÓN ALIMENTICIA CONTENIDO DE $\omega$ -3 CON CHÍA	mg/100 gr DE PORCIÓN ALIMENTICIA CONTENIDO DE $\omega$ -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)

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 lino o los productos marinos que mostraron sabor a pescado, pérdida de peso en los animales, problemas digestivos, diarrea, alergias, etc.

Chía en Forma Silvestre.  
(Foto: Giovanni Tosco).



## RELACIÓN 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  $\alpha$ -linolénico (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  $\alpha$ -linolénico es un ácido graso  $\omega$ -3 insaturado. Los ácidos grasos poli-insaturados como el  $\alpha$ -linolénico 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  $\omega$ -3, dado en la dieta, reduce el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares.

El ácido graso  $\alpha$ -linolénico 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  $\alpha$ -linolénico en DHA y EPA se ha determinado hace mucho tiempo, la relación matemática de ácidos grasos de carbono-18,  $\omega$ -6 y  $\omega$ -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 Research Council, mostraron que un mayor contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico 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  $\alpha$ -linolénico 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  $\alpha$ -linolénicos 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  $\alpha$ -linolénico y linolénico 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  $\alpha$ -linolénico. 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.

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” (Tabla3), 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, myricetín, quercetín y kaempferol flavonols (**Tabla 5**). Las actividades de antioxidante, agregación antiplaquetaria, antiinflamatorio, antimutagénico y antiviral del 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  $\alpha$ -linolénico como el lino, que muestra una descomposición rápida debido a la ausencia de antioxidantes. El lino también contiene cinynglicosidos 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 mucilago 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:  $\beta$ -caryophyllene (13.3 – 35.7 %), globulol (12.8 – 23.4 %),  $\gamma$ -muurolene (4.4 – 17.6 %),  $\beta$ -pinene (2.5 – 15.1 %),  $\alpha$ -humulene (3 – 6.1 %), germaquene-B (1.8 – 5 %), wyddrol (1.3 – 2.4 %) y en cantidades menores  $\beta$ -Bourbonene, linalool, valencene y  $\tau$ -cardinol.

## TABLAS

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

Ubicación (1)	Contenido de aceite				Acidos grasos	
	(%)	18:3 (%)	18:2 (%)	18:1 (%)	18:0 (%)	16:0 (%)
Guerrero	35.6b	63.4a	19.8b	7.3c	3.3b	6.2b
Hidalgo	38.6a	62.7b	20.2ab	7.8b	3.1b	6.3b
Chiapas	35.9b	62.4bc	20.8a	7.3c	3.1b	6.4b

Morelos	37.4ab	62.0c	20.3ab	7.6bc	3.1b	7.1a
Michoacán	32.3c	60.7d	20.3ab	8.2a	3.7a	6.9a

**Nota:** 18:3- $\alpha$ -linolénico; 18:2-linolénico; 18:1-oleico; 18:0-estearico; 16:0 palmitico. Dentro de la columna las medidas seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes al nivel de probabilidades de 0.5 % de acuerdo al nuevo test de rango múltiple de Duncan; (1), lugares de México.



Chía Silvestre con Flores Blanca y Morada.

(Foto: Giovanni Tosco).

**Tabla 2: Análisis del amino ácido de 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
<b>Total</b>	<b>80.64</b>	<b>79.52</b>

**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	Rivoflavin	Thiamin	Vitamina A
--------	------------	---------	------------

( $\mu$ g/g semilla)	( $\mu$ g/g semilla)	( $\mu$ g/g semilla)	(i.u./g semilla)
82.50 + 2.50	2.13 + 0.21	14.42 + 1.16	43.0 + 0

**Nota:** cada valor representa la media de cinco muestras. Los análisis de vitamina B se hicieron en semilla sin aceite, mientras que los de vitamina A, se realizaron en la semilla total.

**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/100 gr.	% RDA de 1 Muestra de 1 oz
<b>MACROELEMENTOS</b>		
Ca	8700	870
K	8900	980
Mg	4660	466
P	9220	922
<b>MICROELEMENTOS</b>		
Al	442	44.2
B	9	0.9
Cu	24.5	2.45
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)
<b>I.- NO HIDROLIZADOS</b>	
Flavonoles	---
Acido cinámico	---
Acido cafeíco	$6.6 \times 10^{-3}$
Acido clorogénico	$7.1 \times 10^{-3}$
<b>II.- HIDROLIZADOS</b>	
Flavonoles	---
Mycecin	$3.1 \times 10^{-3}$
Quercetin	$0.2 \times 10^{-3}$
Kaempfenol	$1.1 \times 10^{-3}$
Acido cinámico	---
Acido cafeíco	$13.5 \times 10^{-3}$

## LA CHÍA COMO FUENTE DE ÁCIDOS 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 lino, 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 "Symposium 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: "chia 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 lino (*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-linolénico omega-3 (Tabla 1), conocida hasta la fecha (Ayensa 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 lino (linaza) se cultivan en tierras agrícolas y todas las operaciones están mecanizadas. **El lino 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 sacrilega, debido a que constituía el principal elemento de las ceremonias religiosas dedicadas a los dioses aztecas (Sahagún, 1579). Por el contrario el lino (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 ácidos grasos 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 Drugs 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, oxychlordanes 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 entre 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 la 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 mas adelante (*Alasalvar et al, 2002; Hunter y Roberts, 2000; Wahlqvist, 1999*).

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

La restricción de la semilla de lino (linaza) en el uso humano y animal se debe principalmente a la presencia de cianoglicósidos tóxicos (linamarin) y a factores antagonistas 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 cardio-coronarias fatales y apoplejía (*AmericanHearth 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 cardiovasculares y la apoplejía (*Malinow, 19996, Boushey et. al., 1995*).

Todas las variedades de lino 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 lino 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 lino en la fórmula de un producto alimenticio, será responsable por la inocuidad del mismo (*Vanderveen, 1986*).

**Recientes trabajos de investigación en animales han advertido sobre la acción negativa del lino 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 lino 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 cardiocoronarias, 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 esteárico) significativamente inferior. El aceite de 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 cardiocoronarias), sus efectos negativos en el colesterol LDL de la sangre, son mayores que los efectos del colesterol dietario (*American Hearth 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 lino 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 pollo, 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 linoleicos, alfa-linolénicos 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 antioxidante 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 vitamina E, C y  $\beta$ -caroteno bloquean el aumento de los niveles de colesterol HDL 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-linolénicos 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-linolénico (*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 del lino (como aceite industrial) y a su precio relativamente bajo ha habido muchos intentos de utilizarlo en alimentación animal, como fuente ácidos grasos  $\omega$ -3, aunque sin mucho éxito. **Numerosas publicaciones científicas mostraron los efectos negativos que los factores antinutricionales del lino 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 lino 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 lino para la producción de huevos omega-3. Además un trabajo de investigación que compara los efectos del lino y la chía como fuente de omega-3, informa sobre los efectos negativos que tiene el lino 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-linolénico del lino y la chía (Tabla 1) y la incorporación de ácido graso omega-3 en los huevos, **la Chía prueba que tiene una mayor eficiencia (230%), que el lino (Ayerza, 2002).** Esta diferencia podría estar relacionada con los distintos compuestos antioxidantes del lino 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 lino.

También la mayor eficiencia en la deposición de ácidos grasos mostrada por la chía, comparada con el lino, 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-linolénico de la chía y el lino, podrían explicar la mayor incorporación de los ácidos grasos omega-3 de la chía, respecto al lino (Porsgaard y Hoy, 2000; Straarup y Hoy, 2000; Innis y Dyer, 1997; Lessire et. al., 1996).

**Ninguno de los factores tóxicos del lino, o cualquier otro factor adverso se han encontrado en la semilla o el aceite de chía (Ayersa 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 (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-linolénico 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 del alfa-linolénico. Los seres humanos de cualquier edad, incluso desde antes de nacer, convierten el ácido graso alfa-linolénico 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 hombres, 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-linolénico en particular. La aceptación general de que la función del alfa-linolénico, 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 realizaron en poblaciones que comían gran cantidad de pescado, fueron los principales responsables de una subestimación temprana del ácido graso alfa linoléico (*Lauritzen et. al., 2001*).

**Sin embargo los recientes resultados de estudios epidemiológicos y controlados sobre el rol biológico del ácido graso alfa-linolénico 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-linolénicos 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-linolénico 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-linolénico 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-linolénico raramente se acumula en la mayoría de los tejidos. Cantidades sustanciales de alfa-linolénicos 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-linolénico 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-linolénicos 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*) Chanel 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-linolénico 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-linolénico 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) (Comision 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 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-linolénico. En el caso de la chía y el lino, el ácido graso alfa-linolénico 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-linolénico 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-linolénico 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-linolénicos 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-linolénico 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-linolénico dietario es un modulador efectivo de la biosíntesis de tromboxanos y prostaciclina; por lo tanto se debería esperar que los efectos del alfa-linolénico 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-linolénicos 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-linolénico 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 enzimas  $\Delta 5$ ,  $\Delta 6$  a nivel de los ácidos grasos esenciales linoléico (omega-6) y alfa-linolénico (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-linolénico, 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-linolénico en su 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-linolénico:DHA de 1.8 y 3.1, respectivamente (*Ayensa y Coates, 2000*). **Esta relación entre el ácido graso esencial alfa-linolénico 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-linolénico en sus recomendaciones, como así también al DHA o EPA; sin embargo sólo al primero, precursor de los otros dos se le fija un límite mínimo de ingestión. (*Food and Agricultural Organization, 1994; British Nutrition Foundation, 1992; Canada [dept 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-linolénico y DHA, ellos coinciden en que el contenido de alfa-linolénico 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-linolénico 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-linolénicos : 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; Herdenson 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-linolénico 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-linolénico 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-linolénicos de los huevos de gallina alimentadas con dietas con 7% de chía, **son similares a los de los 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-linolénico a la dieta de las gallinas. Trabajos comparativos de huevos regulares y huevos enriquecidos en omega-3 utilizando ácidos alfa-linolénicos 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-linolénico producen una reducción de la agregación plaquetaria significativamente más profunda que los huevos enriquecidos con DHA; estas observaciones sugieren la existencia de un**

mecanismo independiente por el cual el alfa-linolénico 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 chíá, 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 chíá una gran ventaja comparada con los productos derivados del pescado, las algas y el lino (Ayerza et. al., 2002; Ayerza y Coates, 2001 y 2000).

## Características organolépticas

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 lino y lípidos marinos o con productos de animales con una o más de estas materias primas (como 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 lino tienen un olor característico (desagradable), similar al 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; Koehler 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 lino y productos de pescado en sus dietas. El sabor/gusto extraño (off flavor) se vio afectado con un contenido de aceite de pescado y semillas de lino 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; Miller 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 chíá y la dieta de control (Ayerza, et. al., 2002).

**La diferencia en las características organolépticas de huevos y carne producidos con lino y con chíá, pueden deberse a la acción de los poderosos antioxidantes, que se encuentran en la chíá y no así en el lino (Shukla, et. al., 1996; International Flora Technologies, 1990; Castro-Martínez et. al., 1986; Taga et. al., 1984) y/o entre la interacción entre los otros componentes del lino y la fisiología de las aves (Marshall et. al., 1994). En el caso de productos de pescado, el típico olor se debe a la inestabilidad de DHA y EPA con respecto al ácido alfa-linolénico 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 chíá y en carne de pollos alimentados con la misma chíá, representa una ventaja comparativa, muy sobresaliente para este grano, en detrimento de los subproductos de lino 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 estudio muestran evidencia sólida de que, incluyendo más del 5% de semilla de lino, 1.5 de aceite de pescado o 1% de algas en dietas de pollos, 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 lino y 986 mg/huevo para la semilla de chía si 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 lino, 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 del lino, 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 la semilla de lino, 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 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

--

**Tabla 1.- Contenido de aceite y composición de los ácidos grasos de las semillas de chía y lino**

Semillas	Aceite (%)	$\alpha$ -linolénico	Linolénico (g/100g)*	Oleico (g/100g)*	Steárico	Palmítico
CHÍA**	32.8	20.34	6.66	2.36	0.95	2.13
LINO***	43.3	25.46	6.32	7.32	1.3	2.25

\* Por 100 g. de semilla.

Fuente: \*\*Ayerza y Coates (1999).

\*\*\* Bhatti (1995).



Planta de Chía Silvestre. (Foto: Giovanni Tosco).



Planta de Lino. (Linaza)

**Tabla 2.- Composición de las semillas de lino y chía  
(Cada 100 gr. De porción comestible)**  
Nombres científicos: *Linum usitatissimum*, *Salvia hispánica*

Nutriente	Unidad	Lino	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	
<b>Minerales</b>			
Calcio, <b>Ca</b>	mg	199	870
Hierro, <b>Fe</b>	mg	6.22	---
Magnesio, <b>Mg</b>	mg	362	466
Fósforo, <b>P</b>	mg	498	922
Potasio, <b>K</b>	mg	681	890
Sodio, <b>Na</b>	mg	34	---
Zinc, <b>Zn</b>	mg	4.17	7.4
Cobre, <b>Cu</b>	mg	1.041	2.45
Manganeso, <b>Mn</b>	mg	3.281	5.85
Selenio, <b>Se</b>	mcg	5.5	---
<b>Vitaminas</b>			
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 Pantotenico	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	---
<b>Lípidos</b>			
Total de ácidos grasos saturados	g	3.196	3.08
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
<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Lino</b>	<b>Chía</b>
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
<b>Otros</b>			
Cafeína	mg	0	---
Teobromina	mg	0	---
<b>Antioxidantes</b>			
No Hidrolizados	---	---	---
Acido cafeico	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
<b>Aminoácidos</b>			
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
Triptofano	gm/100 gm*	1.8	---
Valina	gm/100 gm*	4.6	5.2

**\* Proteína**

FUENTE DE DATOS:

**Semilla de lino**

**Nota:** Según la base de datos de nutrientes de la USDA, se puede utilizar hasta un 12% de semilla de lino 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 chia diet: its influence on egg fatty acid composition cholesterol and oil content. Can. J. Anim Sci. 79:53-58.

<b>Tabla 3.- Composición de los ácidos grasos de los aceites de: pez menhanden, algas, chía y lino</b>												
Acidos grasos	14:0	16:0	16:1 <sup>5</sup>	18:0	18:1 <sup>6</sup>	18:2 <sup>7</sup>	18:3 <sup>8</sup>	20:3 <sup>8</sup>	20:4 <sup>8</sup>	20:5 <sup>8</sup>	22:5 <sup>8</sup>	22:6 <sup>8</sup>
<b>% Total de ácidos grasos</b>												
menhaden <sup>1</sup>	7.9	15	10.5	3.8	14.5	2.2	1.5	0.4	1.2	13.2	5	8.6
alga <sup>2*</sup>	17	32	7.8	1.1	4.8	---	---	---	---	0.7	8	27.6
chía <sup>3</sup>	---	6.9	---	2.8	6.7	19	63.8	---	---	---	---	---
lino <sup>4</sup>	---	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: ω-7; 6: ω-9; 7 ω-6; 8: ω-3; \*: DHA Gold J. (Schizochytrium sp.).

<b>Tabla 4.- Composición de los ácidos grasos de los aceites de menhanden, alga, chía y lino, calculados con los datos de la tabla 2</b>				
Acidos grasos	Σ SFA	Σ MUFA	Σ Omega-6	Σ Omega-3
<b>% Total de ácidos grasos</b>				
<b>Menhaden</b>	26.9	25.0	2.2	29.8
<b>Alga</b>	50.3	12.6	---	36.7
<b>Chía</b>	<b>9.7</b>	<b>6.5</b>	<b>19</b>	<b>63.8</b>
<b>lino</b>	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**

Fuente de omega-3	Aceite de pescado <sup>1*</sup>	Algas <sup>2**</sup>	Semilla de lino <sup>3</sup>	Semilla de chía <sup>4</sup>
<b>Origen</b>	Animal	Vegetal	Vegetal	<b>Vegetal</b>
<b>Historia como alimento humano</b>	no	no	no	<b>Si</b>
<b>Uso primario para industria</b>	Alimento animal	Alimento animal	Industria	<b>Alimento humano</b>
<b>Acido graso omega-3</b>	EPA & DHA	DHA	ALA	<b>ALA</b>
<b>Concentración de ácido graso omega-3 (% de aceite)</b>	30	37	58	<b>64</b>
<b>Contenido total de ácidos grasos omega-3 (%)</b>	30	19	25	<b>20</b>
<b>Concentración de ácidos grasos saturados(%aceite)</b>	27	50	7	<b>9</b>
Fuente de omega-3	Aceite de pescado <sup>1*</sup>	Algas <sup>2**</sup>	Semilla de lino <sup>3</sup>	Semilla de chía <sup>4</sup>
<b>Colesterol</b>	si	no	no	<b>no</b>
<b>Factores antinutricionales tóxicos</b>	si	no	si	<b>no</b>
<b>Estabilidad comparativa de la grasa</b>	muy baja	muy baja	baja	<b>alta</b>
<b>Antioxidantes naturales</b>	no	muy bajo	muy bajo	<b>alto</b>
<b>Sabor extraño (a pescado)</b>	si	si	si	<b>no</b>
<b>Dificultad de manejo y almacenamiento</b>	si	si	alguna	<b>no</b>
<b>Antioxidantes necesarios</b>	si	si	si	<b>no</b>
<b>Producto amigo del medio ambiente</b>	no	no	medio	<b>si</b>
<b>Tendencia de precios a mediano y largo plazos</b>	en aumento	en aumento	estable	<b>en disminución</b>

1: USDA, 1999;

2: Abril y Barclay, 1998;

3: Coates y Ayerza, 1998;

4: Sultana, 1996;

\* Menhaden oil;

\*\* DHA Gold J. (Schizochytrium sp.).

<b>Tabla 6.- Productos enriquecidos con chía: huevo, carne de pollo, leche y pan</b>					
<b>Alimento</b>	<b>Chía como materia prima</b>	<b>Alimento de chía: contenido de omega-3</b>	<b>Alimento común: contenido de omega-3</b>	<b>Aumento</b>	<b>Valor diario por porción<sup>1</sup></b>
		<b>mg/100 gs de porción comestible</b>			
		<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>Huevos</b>					
Blanco	10	742	90	824	57 <sup>w</sup>
Marrón	10	716	76	942	55 <sup>w</sup>
<b>Carne de pollo</b>					
Blanca	10	709	95	746	55 <sup>x</sup>
Negra	10	613	112	547	47 <sup>x</sup>
Leche	2	45	34	32	8.5 <sup>y</sup>
Pan	10	203	20	1015	16 <sup>z</sup>
Semilla de chía	100	2034	---	---	100 <sup>k</sup>

Tamaño de porción: <sup>w</sup> 100 gr (2huevos); <sup>x</sup> 100 gr; <sup>y</sup> 244 gr (una taza); <sup>z</sup> 100 gr (4 rebanadas); <sup>k</sup> 64 gr valor diario: <sup>1</sup> 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 la 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. (en México, se encuentra la semilla pura de chía en cualquier mercado o tienda de semillas para animales y se vende por kilo o por gramos).

## Enunciado de contenido

Los enunciados de contenido de nutrientes del Panel Nutricional, facilitan para distinguirán 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).



**PANEL**

Sembradío de Agave Tequilero. (La chía se puede sembrar entre los magueyes, en la temporada que crece la planta de Agave y se obtienen dos cultivos).

**NUTRICIONAL**

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

	<b>Cantidad por porción (25 gr/día)</b>	<b>DV gr.</b>	<b>%DV</b>	<b>Contenido</b>
<b>Acidos grasos omega-3</b>	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 mg.	1.3 mg.	4.6	bajo
Thiamina (B1)	0.36 mg.	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
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 éstos nutrientes:** Los americanos a menudo no consumen en sus dietas suficiente fibra dietética, Vitamina A, Vitamina C, calcio y Hierro. **Suficiente cantidad de éstos nutrientes** se identifica en el cuadro con texto color azul. Consumir lo necesario de éstos 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 la 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 Chia (Salvia hispánica L.) from Five Northwestern The American Oil Chemists` Society, 72:1079-1081.*

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

*Ayerza, R. (h) and W. Coates.2001. The omega-3 enriched eggs: the influence of dietary linolenic 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 chia: influence on yolk cholesterol , lipid content and fatty acid composition, for two strains of hens. Poultry Science, 78:724-739.*

*Ayerza, R. (h), and W Coates. 1999. An omega-3 fatty acid enriched chia 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 chia 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 linola low-linolenic 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 of an increased intake of alpha-linolenic acid and group nutritional education on cardiovascular risk factors: the Mediterranean alpha-linolenic 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-linolenic acid with a linoleate/alpha-linolenate 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 on 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-linolenic 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*. *British 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 niacin, 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 stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels*. *New England Journal of Medicine*, 318:1244-1248.

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 chia seed*. *Journal of Food Science*, 49:555-557.

Butler, G.W., R.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- Martínez, R., D.E. Pratt, and E.E. Miller. 1986. *Natural antioxidants of chia 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, Illinois, 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. Matusiewiicz. 2002. *Coregonids. Pages 230-244 in Nutrient 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-linolenic 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-linolenic 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-linolenic acid and docosahexaenoic 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 enriched in alpha-linolenic acid (LnA). Food Research International, 25: 263-268.*

Foods 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.*

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](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-linolenic 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-linolenic acid in the guinea pig. Paediatric 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 on performance and on the flavour of broiler meat . Poultry Science, 43:858:860.*

Hardy , R.W.2002. *Rainbow trout , Oncorhynchus 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. *Immunopathogenesis of fish allergy: identification of fish – allergic adults by skyn test and radioallergisorbent 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 coplanar polychlorinated biphenyls in beluga whale( Delphinapterus leucas) and ringed seal (Phoca hispida) from the eastern Canadian Arctic. 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. *Chia (Salvia hispanica): antecedentes y Perpectivas en México. Pages 173-180 in J. A. Cuevas Sánchez, E. Estrada Lugo, and E. Cedillo Portugal eds. I Simposio International sobre Etnobotánica en Mesoamérica, Chapingo, México.*

Herzlich, B.C., E. Lichstein, N. Schulhoff, M. Weinstock, M. Pagala, K. Ravindran, T. Namba, F. Nieto, S. Stabler, R. Allen, and M. Malinow. 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 flavor of eggs and carcasses of hens. Poultry Science, 45: 1405-1407.*

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-linolenic 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(/): 1047-1058.*

Indu, M. and M. ghafoorunissa. 1992. *N-3 fatty acids in Indian diets-comparison of the effects of precursor (Alpha-linolenic 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 phospholipid arachidonic and docosahexaenoic acids, and alter cholesteryl ester metabolism in formula-fed piglets. Journal of Nutrition, 127: 1311-1319.*

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

James, J.M., R.M. Helm, A.W. Burks, and S. B. Leherer. 1997. *Comparison of paediatric 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, Illinois, 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. Jimenez, 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. Barse. 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 linolenic 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-linolenic 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 Requieriments and Feeding of Finfish for Aquaculture, edited by C.D. Webster and C. Lim. CAB International Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.*

Lin, K. Y., and J. R. Daniel. 1994. *Structure of chia 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-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. The Lancet*, 343: 1454-1459.

Loria, R M., and D. A. Padgett. 1977.*Alpha-linolenic 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.
- Malinow, 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, y L.G. Cleland. 1995. *Differences exist in the relationships between dietary linolenic and alpha-linolenic 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: Fréquence, caractéristiques cliniques, et idéologiques. Première enquête du Réseau d'allergovigilance, 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*. Chapman & Hall, New York, New York, USA.

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 and/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 linoleic 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.*

Organisation 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.*

Porsgaard, 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 diglycoside 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 Natrual Antioxidants, edited by F. Shahidi. American Oil Chemists Press, Champaing; USA.*

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.*

**REDACCIÓN Y DISEÑO GRÁFICO: EFRAÍN MERA MALO; MÉXICO.**

**[© ATUALIDADES ORNITOLÓGICAS n. 119, MAIO/JUNHO DE 2004, PÁG.7](#)**