

Ácido docosahexaenoico (C22:6 ω -3, Δ -4,7,10,13,16,19; DHA)



DHA beneficios e importancia en el ciclo vital

Prof. Rodrigo Valenzuela B.
Departamento de Nutrición
Facultad de Medicina
Universidad de Chile

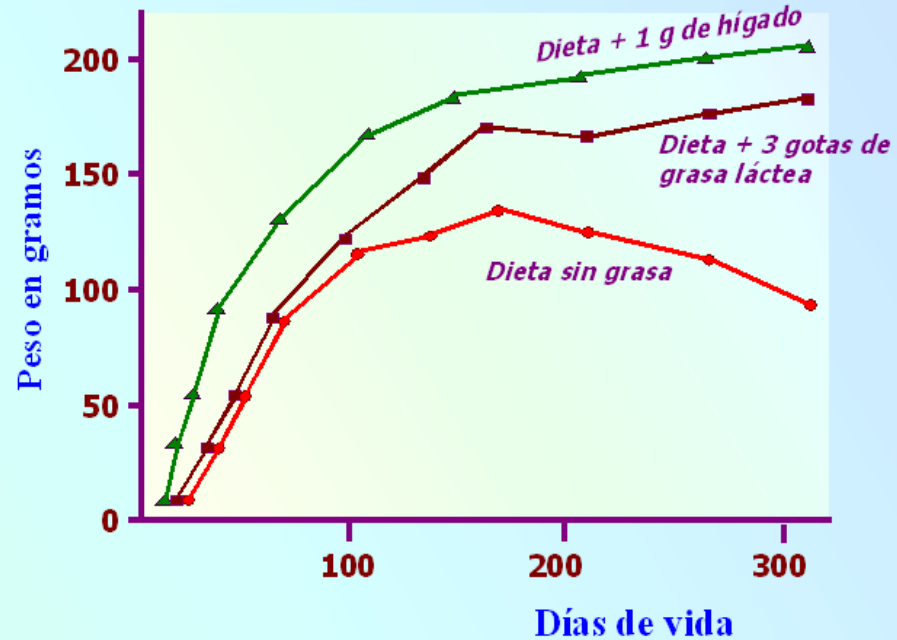


EL DESCUBRIMIENTO DE LA ESENCIALIDAD DE LAS GRASAS

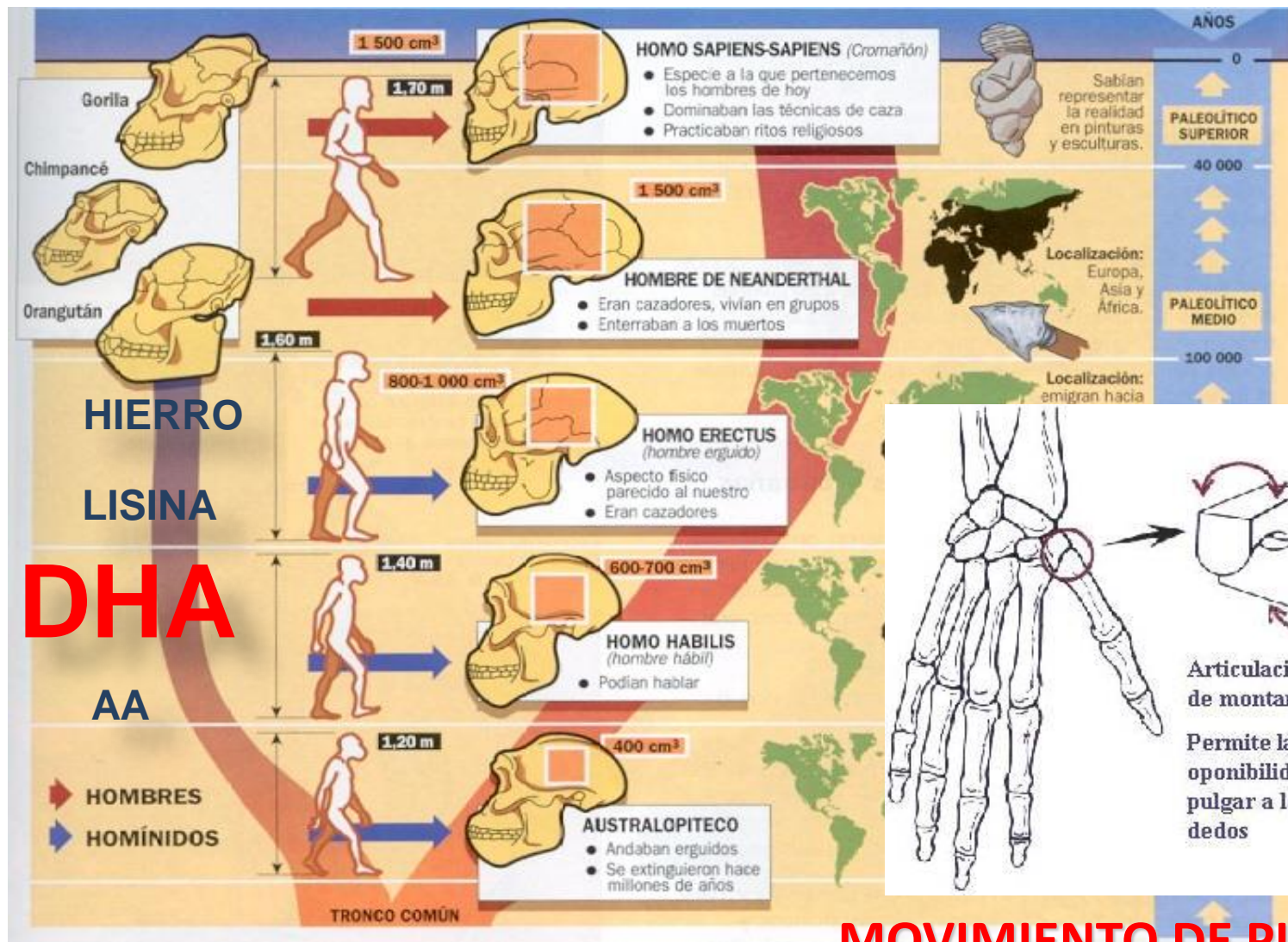


GEORGE O BURR
(1896 – 1958)

Esencialidad de los ácidos grasos (Burr y Burr, 1929)



EVOLUCION DEL TAMAÑO CEREBRAL ...



HIERRO
LISINA
DHA
AA

... MOVIMIENTO DE PINZA

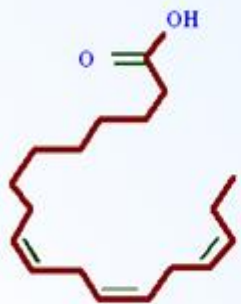
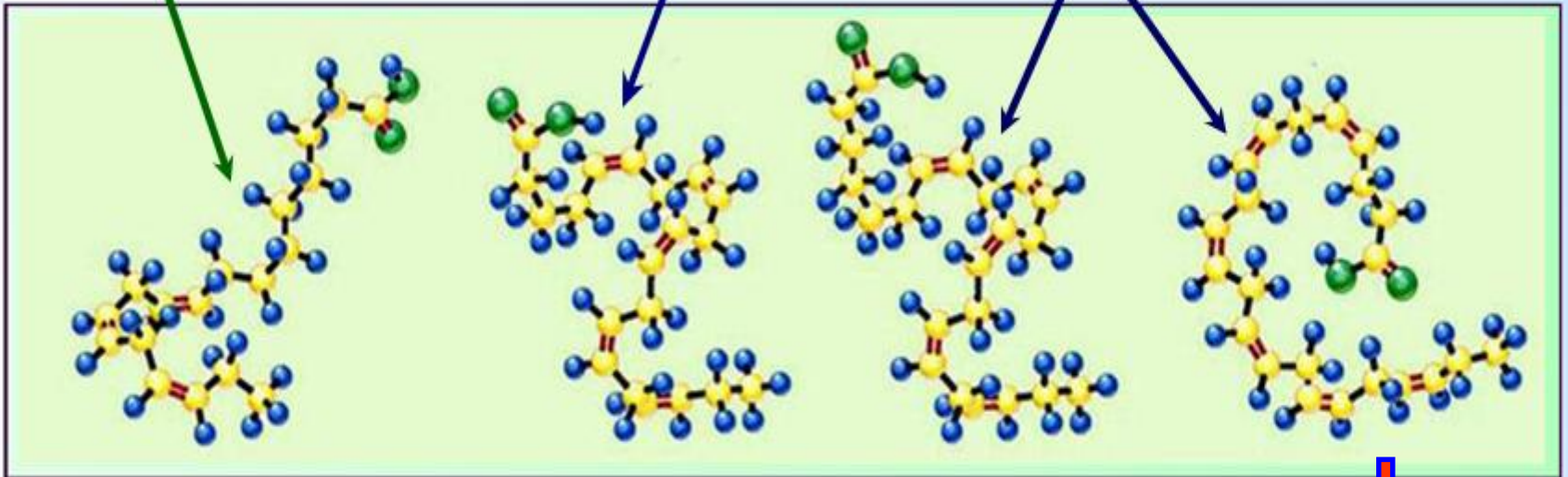
Ácidos grasos comunes en la dieta

Tipo de ácido graso	Número de Carbono/ dobles enlaces
Ácidos grasos saturados	
Ácido mirístico	C14/0
Ácido esteárico	C18/0
Ácidos grasos monoinsaturados	
Ácido palmitoléico	C16/1
Ácido oleico	C18/1
Ácidos grasos poliinsaturados	
Ácido linoleico	C18/2
Ácido linolénico	C18/3
Ácido α -linolénico	C18/3
Ácido γ -linolénico	C18/3
Ácido araquidónico	C20/4
Ácido eicosapentaenoico	C20/5
Ácido docosahexaenoico	C22/6

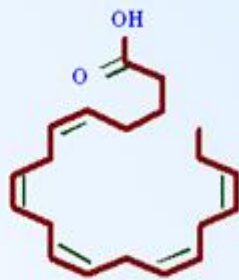
Los más importante ácidos grasos poliinsaturados (AGPI): ALA, EPA, DPA, DHA

AGPI n-3 de 18 carbonos

AGPI n-3 de 20-22 carbonos



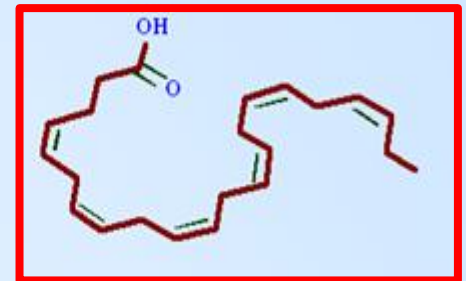
Ácido *alfa* linolénico
ALA (18:3 n-3)



Ácido eicosapentaenoico
EPA (20:5 n-3)



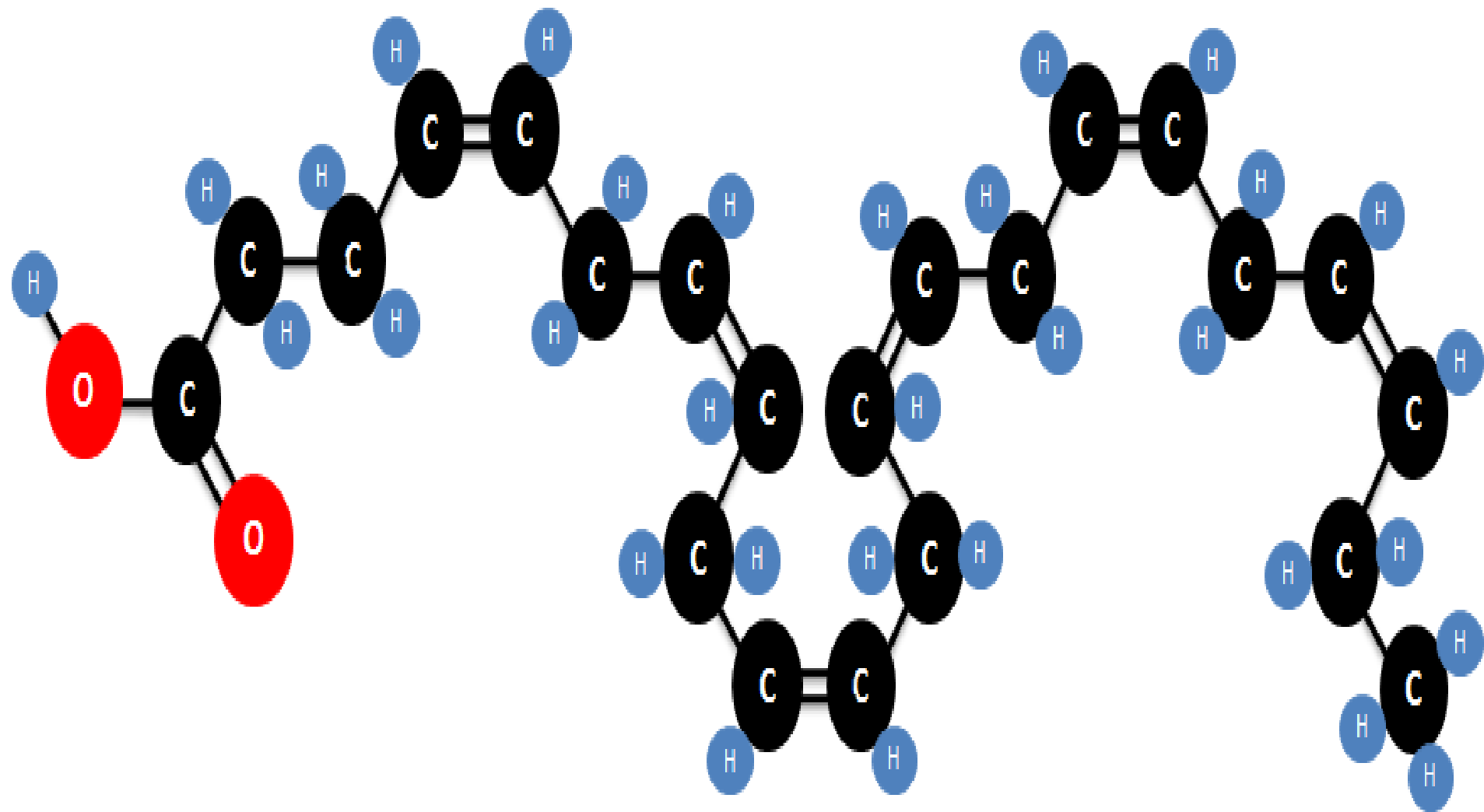
Ácido docosapentaenoico
DPA (22:5 n-3)



Ácido docosahexaenoico
DHA (22:6 n-3)

¿Qué es el DHA?

- **Ácido docosahexaenoico (DHA) también conocido como cervónico**
- **Es un ácido graso altamente insaturado, que presenta seis dobles enlaces en su cadena hidrocarbonada (C₂₂:₆, Δ -4, 7, 10, 13, 16, 19)**
- **Presenta un muy bajo punto de fusión (-44° C) “líquido a temperatura ambiente”**
- **Su características físico – químicas le otorgan una gran flexibilidad a este y también a las estructuras donde se encuentra**
- **Es un ácido graso que pertenece a la familia de los ácidos grasos omega-3 (n-3 = ω -3)**
- **Forman parte integral de los fosfolípidos de las membranas celulares**



Ácido docosahexaenoico (C22:6 ω -3, Δ -4,7,10,13,16,19; DHA)

Antecedentes histórico de los AG n-3 y n-6

Grandes aportes al estudio de los ácidos grasos poliinsaturados

1929: George y Mildred Burr plantean la importancia de los lípidos en el crecimiento y desarrollo de ratas

1963: Arild Hansen y cols, demuestran que el ser humano no es capaz de sintetizar ciertos AGPI (ácidos grasos esenciales)

1966: Branner Realiza los estudios de desaturación de ácidos grasos

1969: Dyerberg y Bang demuestran el rol cardio protector de los AGPICL n-3 marinos

1970: Bazan y Joel identifican al DHA y AA en tejido cerebral

1970 – 1980 y 1990: Crawford, Cunnane y Uauy establecen la importancia del DHA en el desarrollo cerebral

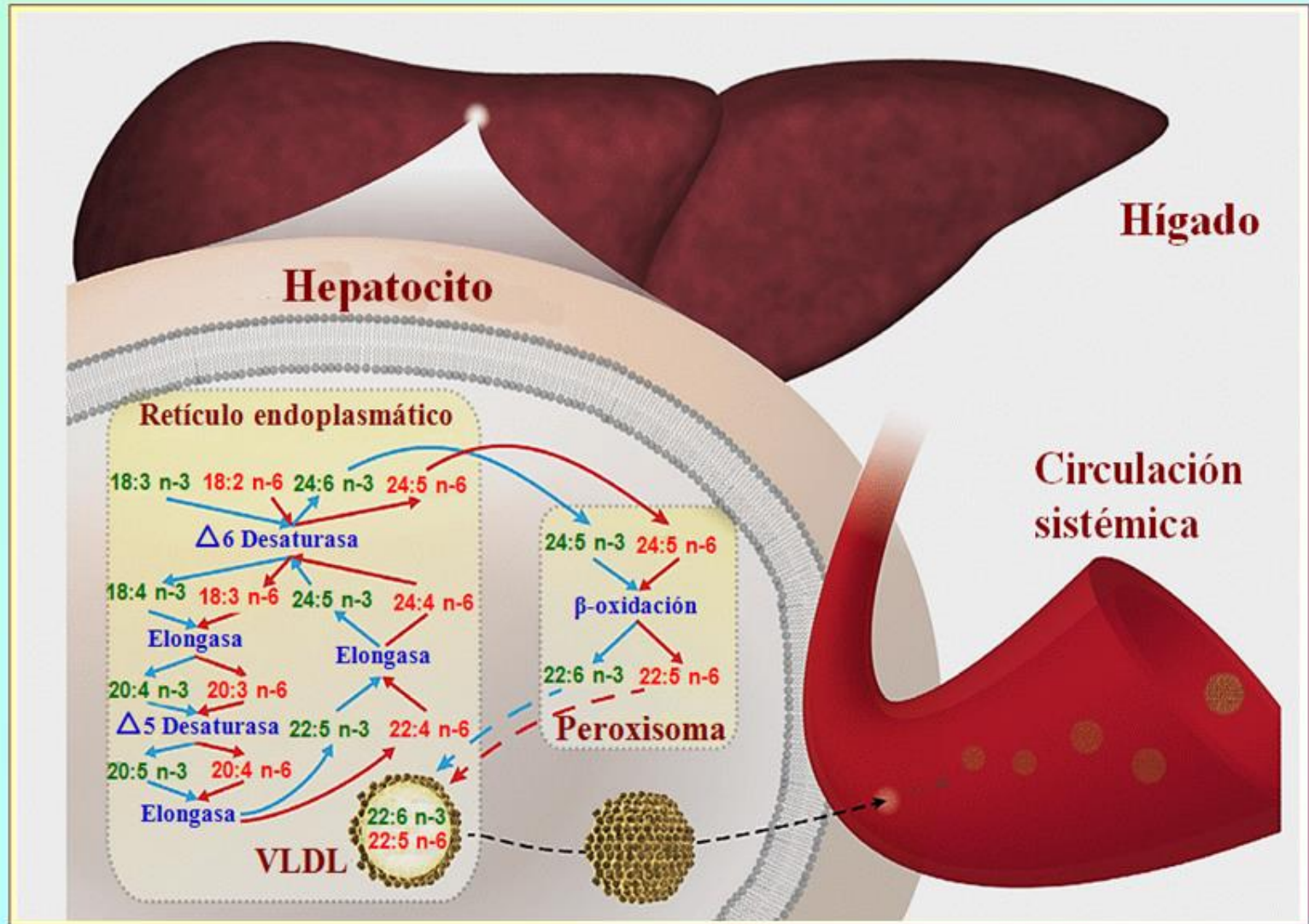
1983: Holman y cols, reportan el primer caso de deficiencia de AGPI-n3 en una niña

2003: Marcheselli y cols, identifican a la Neuroprotectina D-1

2006: Simopoulos, importancia de la relación n-6/n-3 en las enfermedades crónicas no transmisibles

2013: Montgomery y Richardson, reportan los efectos beneficiosos del DHA sobre las capacidades cognitivas en niños

Transformación metabólica hepática de los ácidos grasos n-6 y n-3



Metabolismo

Ácidos Grasos ω -6

Ácido Linoleico (LNA) 18:2 ω -6

Origen Vegetal

18:3

20:3

Ácido Araquidónico (ARA) 20:4 ω -6

Origen Animal Terrestre

22:4

24:4

24:5

Ácido Docosapentaenoico (DPA) 22:5 ω -6

Origen Animal Terrestre

Δ 6 Desaturasa

Elongasa

Δ 5 Desaturasa

Elongasa

Elongasa

Δ 6 Desaturasa

β Oxidación

6% - 8%

1%

Ácidos Grasos ω -3

Ácido α Linolénico (ALA) 18:3 ω -3

Origen Vegetal

18:4

20:4

Ácido Eicosapentaenoico (EPA) 20:5 ω -3

Origen Animal Marino

22:5

24:5

24:6

Ácido Docosahexaenoico (DHA) 22:6 ω -3

Origen Animal Marino y Vegetal

Retroconversión Peroxisomal

6% - 8%

1%

Metabolismo y derivados bio-activos de los AG n-6 y n-3

Ácidos Grasos ω -6

Ácido Linoleico (LNA) 18:2 ω -6



18:3



20:3



Ácido Araquidónico (ARA) 20:4 ω -6

COX

PGH₂

PGE₄

PGI₂

TXA₂

LOX

5-HPETE

LTB₄

LTC₄

LTD₄

22:4



24:4



24:5



Δ 6 Desaturasa

Elongasa

Δ 5 Desaturasa

Elongasa

Elongasa

Δ 6 Desaturasa

β Oxidación

Ácido Docosapentaenoico (DPA) 22:5 ω -6

Retroconversión
Peroxisomal

Ácidos Grasos ω -3

Ácido α Linolénico (ALA) 18:3 ω -3



18:4



20:4



Ácido Eicosapentaenoico (EPA) 20:5 ω -3

22:5



24:5



24:6



Resolvinas de
la serie E



COX

PGH₃

PGE₃

PGI₃

TXA₃

LOX

5-HPETE

LTB₅

LTC₅

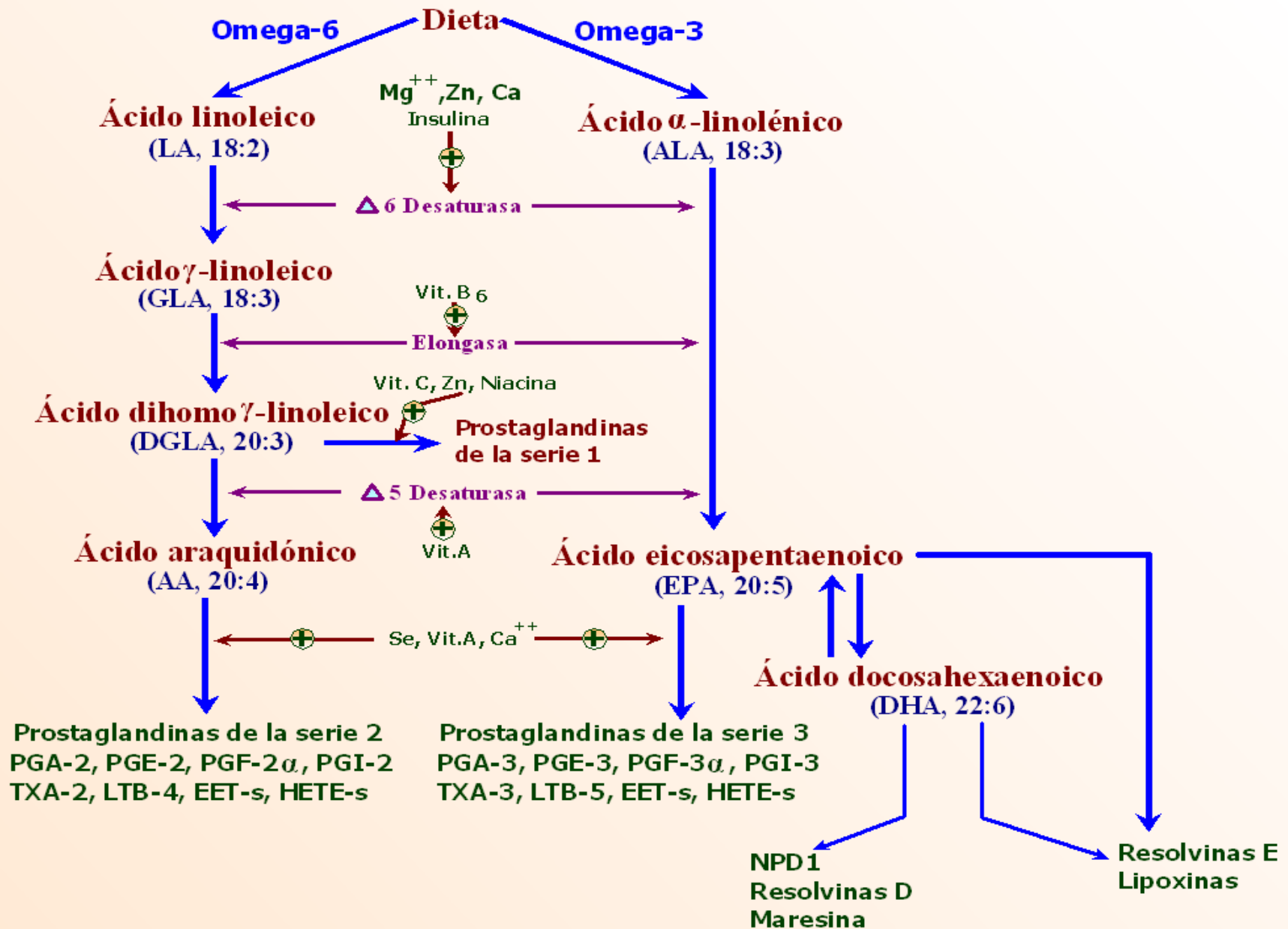
LTD₅

Ácido Docosahexaenoico (DHA) 22:6 ω -3

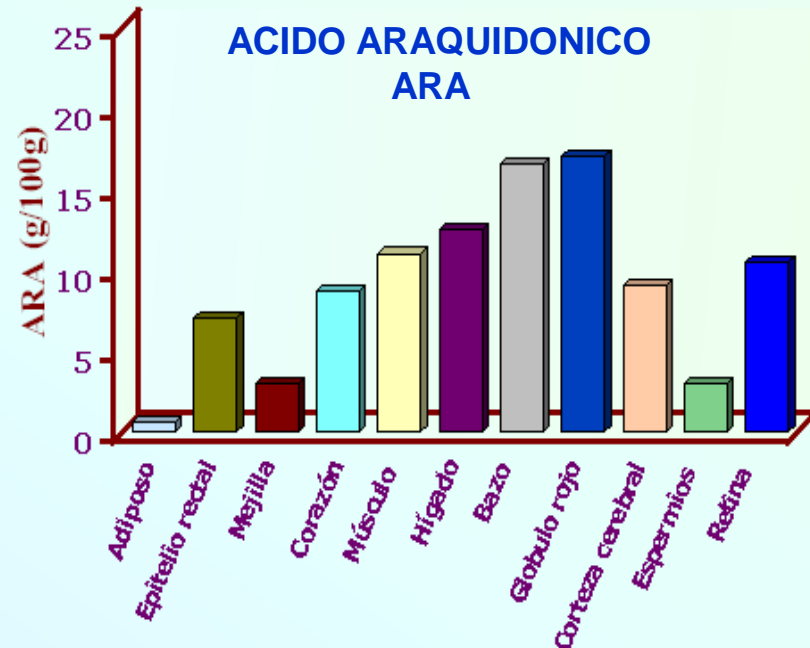
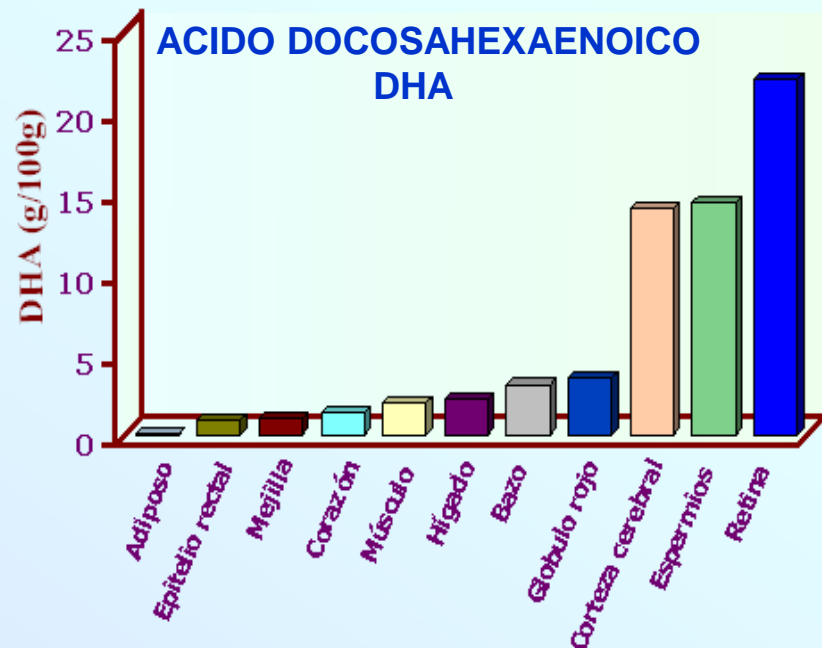
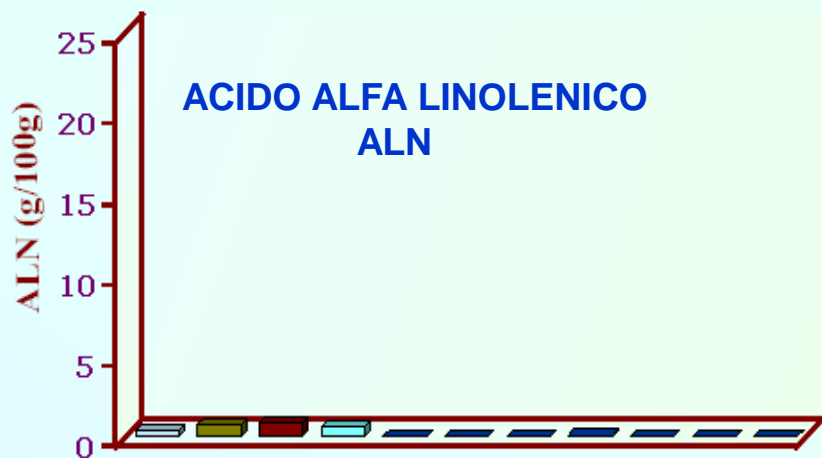
Resolvinas y protectinas de la serie D



Metabolismo de los ácidos grasos esenciales: Regulación por factores nutricionales y metabólicos

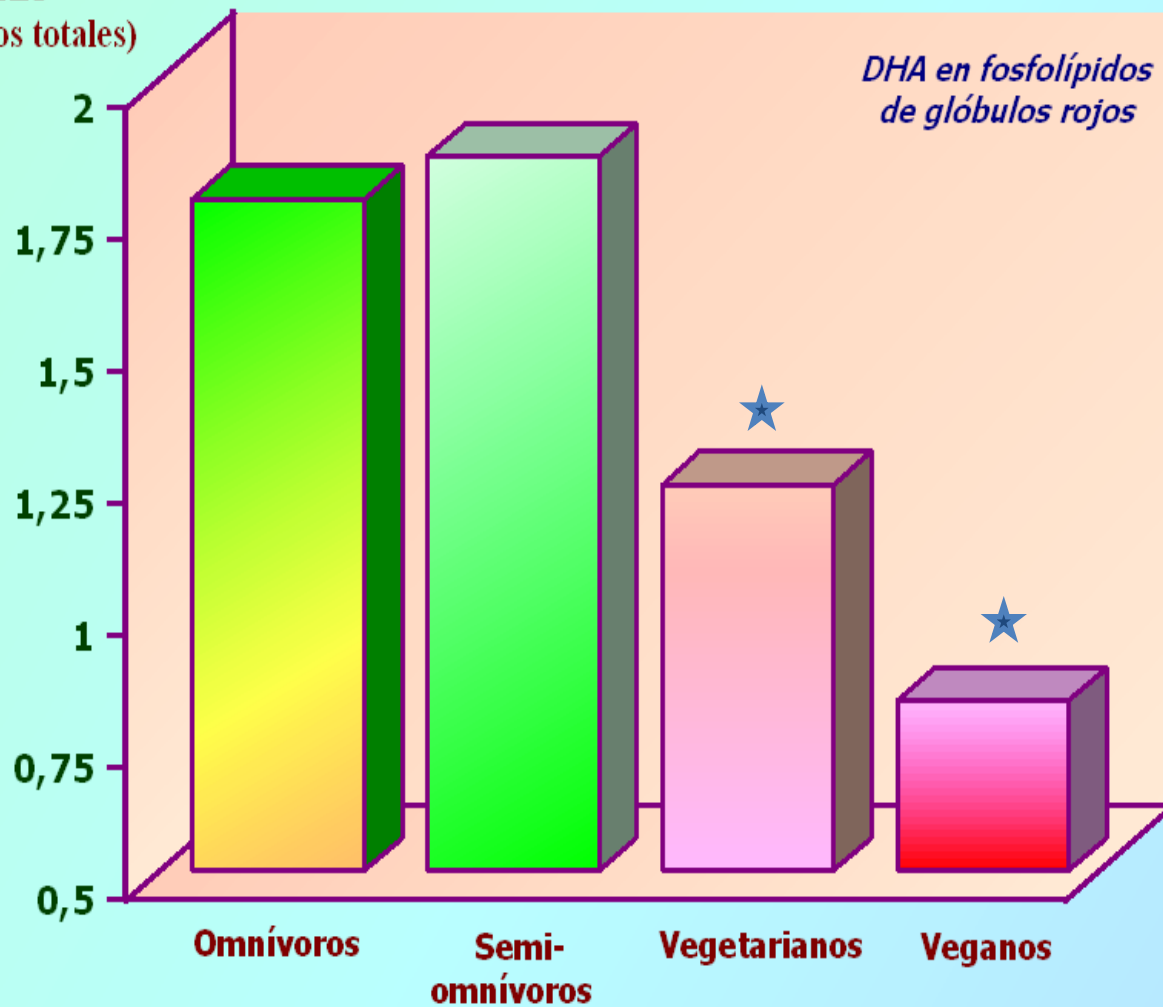


Distribución de ALN, EPA, DHA y ARA en diferentes tejidos del humano adulto



Nivel de DHA en relación con los hábitos dietarios

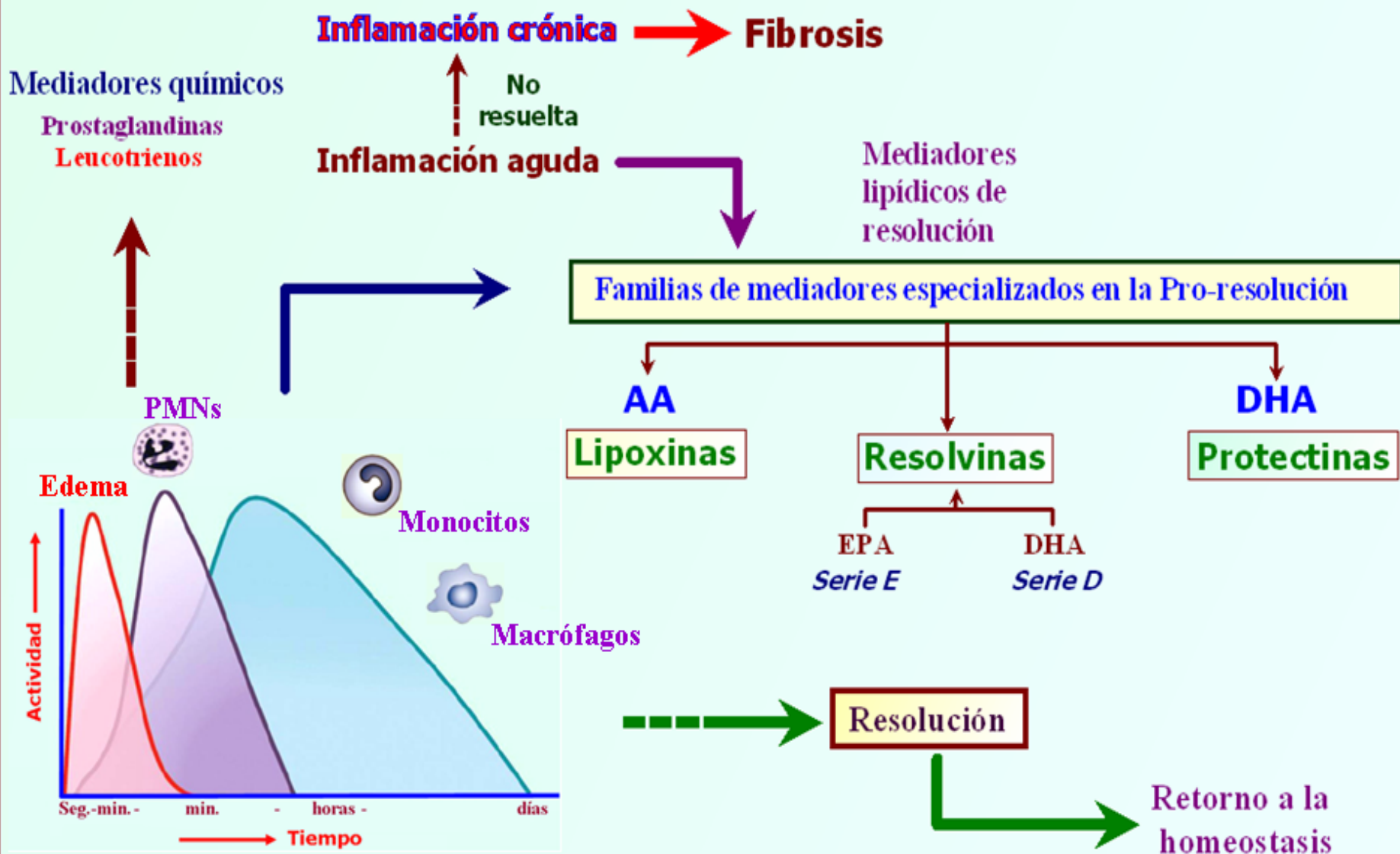
Contenido de DHA
(Mol% de ácidos grasos totales)



Dieta habitual

Importancia de la calidad de las proteínas de la dieta

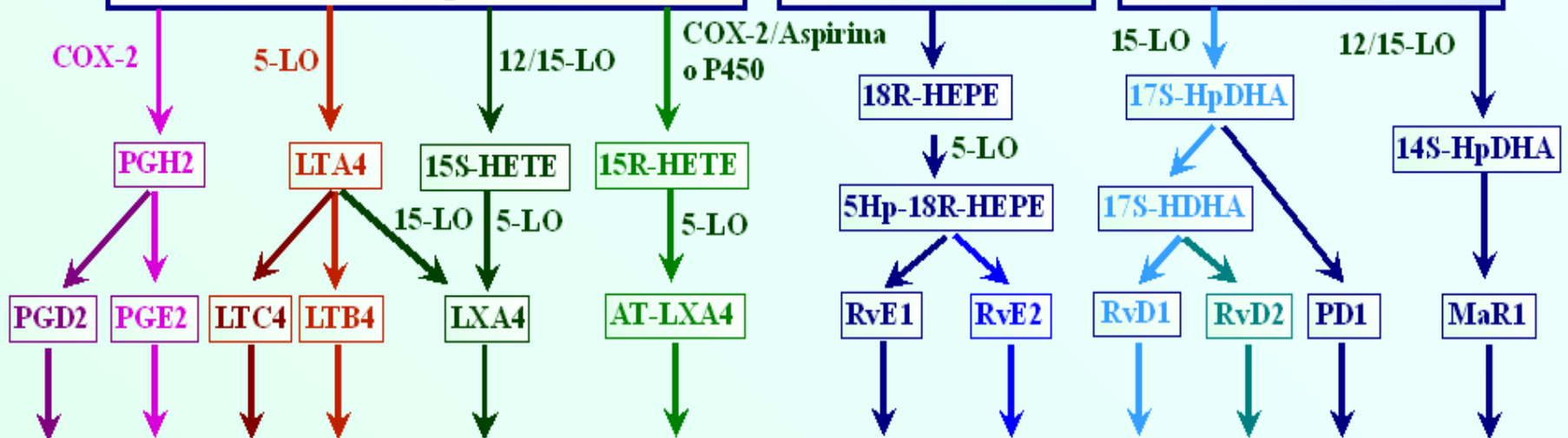
Respuesta inflamatoria y curso de la resolución



Ácido araquidónico

EPA

DHA



Inflamación aguda

Resolución de la inflamación



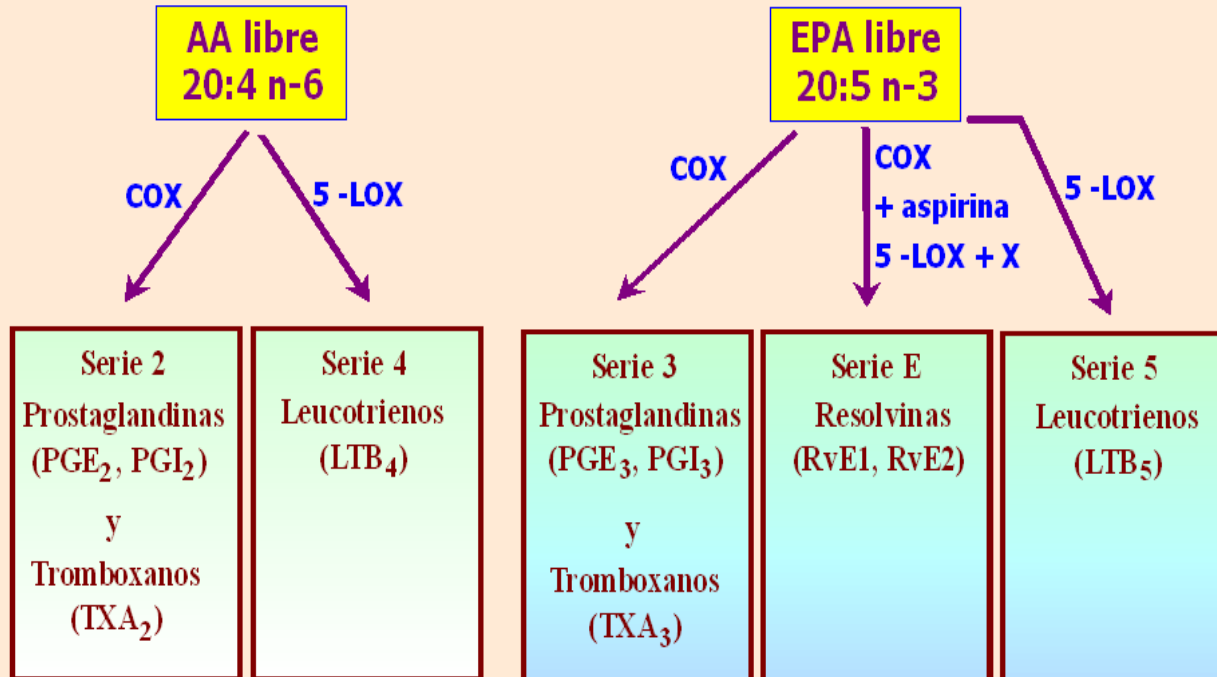
Inflamación Crónica



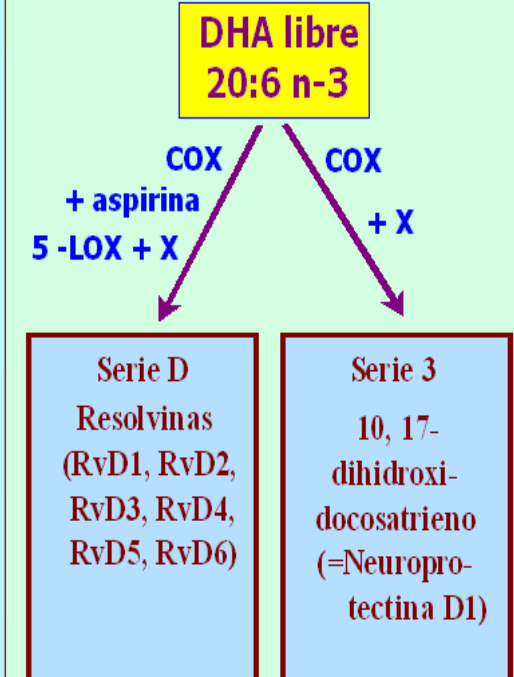
Homeostasis

Biosíntesis de eicosanoides y de docosanoides a partir de AA, EPA y DHA

Eicosanoides



Docosanoides

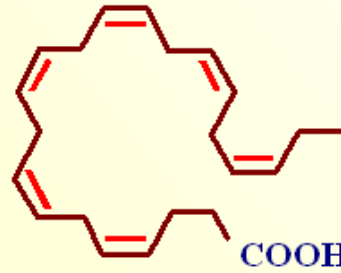


Pro inflamatorias

Menos inflamatorias o antiinflamatorias

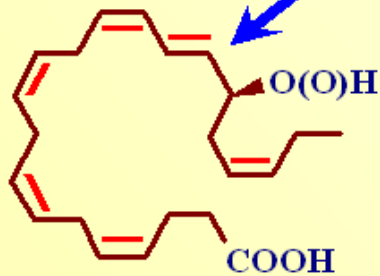
+ X= corresponde a otras reacciones

Síntesis de resolvinas de la serie D



Ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6 n-3)

15- LOX

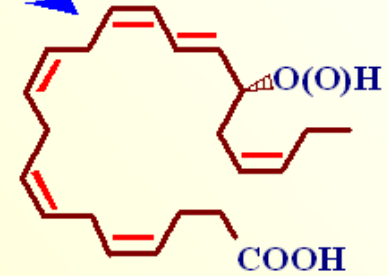


17S-H(p) (DHA)



17S-Resolvina D1-4
17S-(Neuro) Protectina D1

Acetilación por COX-2



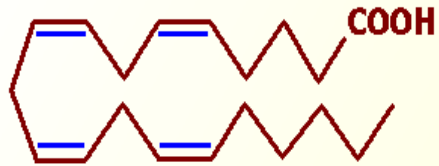
17R-H(p) (DHA)



17R-Resolvina D1-4
17R-Protectina D1

AA

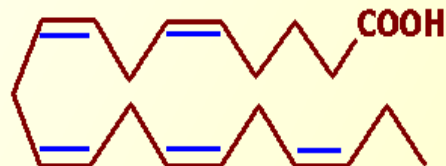
n-6



Eicosanoides
Prostaglandinas
Leucotrienos
Lipoxinas

EPA

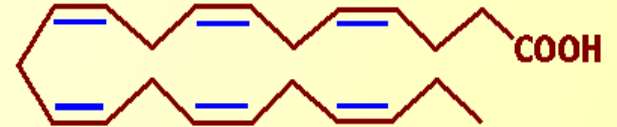
n-3



Resolvinas serie E
RvE1, RvE2, RvE3

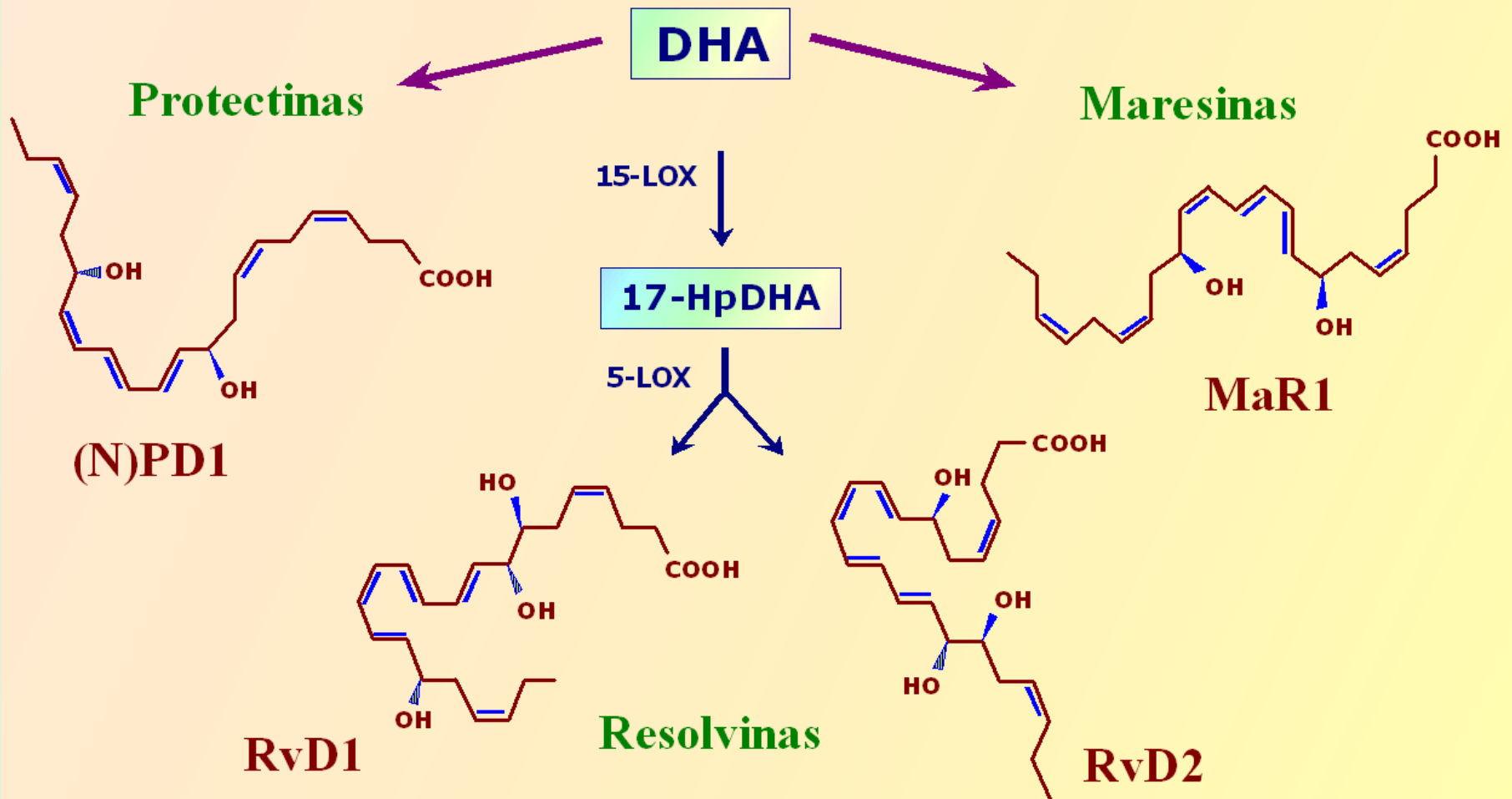
DHA

n-3



Resolvinas serie D
RvD1-6
Protectinas
PD1/NPD1
Maresinas
MaR1

Estructuras de Protectinas, Resolvinas y Maresinas generadas a partir del metabolismo del DHA



Efectos neuroprotectores y antiinflamatorios del DHA

Liberación de DHA desde la membrana celular por acción de fosfolipasa A₂

DHA

Resolvinas
Lipoxinas
15- Lipooxigenasa
Activación de (15-LOX)

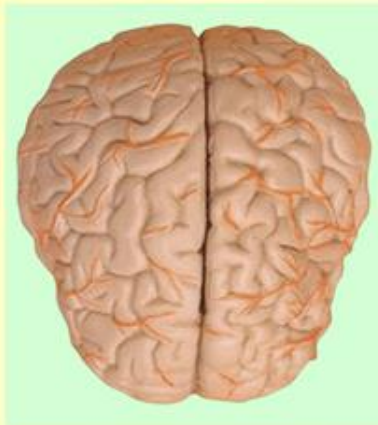
Neuroprotectina D1
(10, 17S-docosatrieno)
Neuroprotectivo
Anti-apoptósico
Anti-inflamatorio

DHA y Salud

- **Embarazo y primeros dos años de vida (Desarrollo Cerebral)**
- **Memoria y aprendizaje**
- **Inflamación**
- **Cáncer**
- **Daño por isquemia reperusión (Cerebral)**
- **Depresión**
- **Deterioro cognitivo y demencia**
- **Enfermedades neurodegenerativas (Enf. Alzheimer)**

DHA es un componente estructural en membranas del cerebro y del ojo

97% de los ácidos grasos n-3 del cerebro



DHA



93% de los ácidos grasos n-3 del ojo

Importancia Neuro – Fisiológica del DHA

- Sistema nervioso, especialmente cerebro: 60% del peso seco corresponde a lípidos (fosfolípidos)
- Desarrollo cerebral, último trimestre del embarazo y primeros tres años de vida
- DHA rol fundamental en la estructura y funcionalidad del tejido nervioso
- Estrecha relación entre contenido de DHA en cerebro y mayor capacidad de aprendizaje y adaptación
- DHA y establecimiento de circuitos neuronales
- DHA estructura y funcionamiento cerebral:

Membranas neuronales

Regulación de la expresión de genes cerebrales

Composición lipídica del cerebro

60% Lípidos
(peso seco)



```
graph TD; A[60% Lípidos (peso seco)] --> B[70% ácidos grasos poliinsaturados]; B --> C[35-40% DHA (n-3)]; B --> D[50-55% ARA (n-6)];
```

70% ácidos grasos
poliinsaturados

35-40% DHA
(n-3)

50-55% ARA
(n-6)

Velocidad de incorporación de ácidos grasos en el cerebro y cerebelo fetal (mg / semana)

Ácidos grasos	Intra-útero (26-41 semanas)	Extra-útero (0-10 semanas)
AG n-9 (AO)	31,2	65,5
AG n-6 (ARA)	32,8	82,4
AG n-3 (DHA)	14,6	5,5

La relevancia de la alimentación durante el embarazo

Participación del DHA en el desarrollo del sistema nervioso

Dieta

Biosíntesis

Reserva Tisular

DHA

- ↑ Diferenciación Neuronal
- ↑ Crecimiento neuronal
- ↑ Sinaptogénesis
- ↑ Neurogénesis
- ↑ Neuro-protección

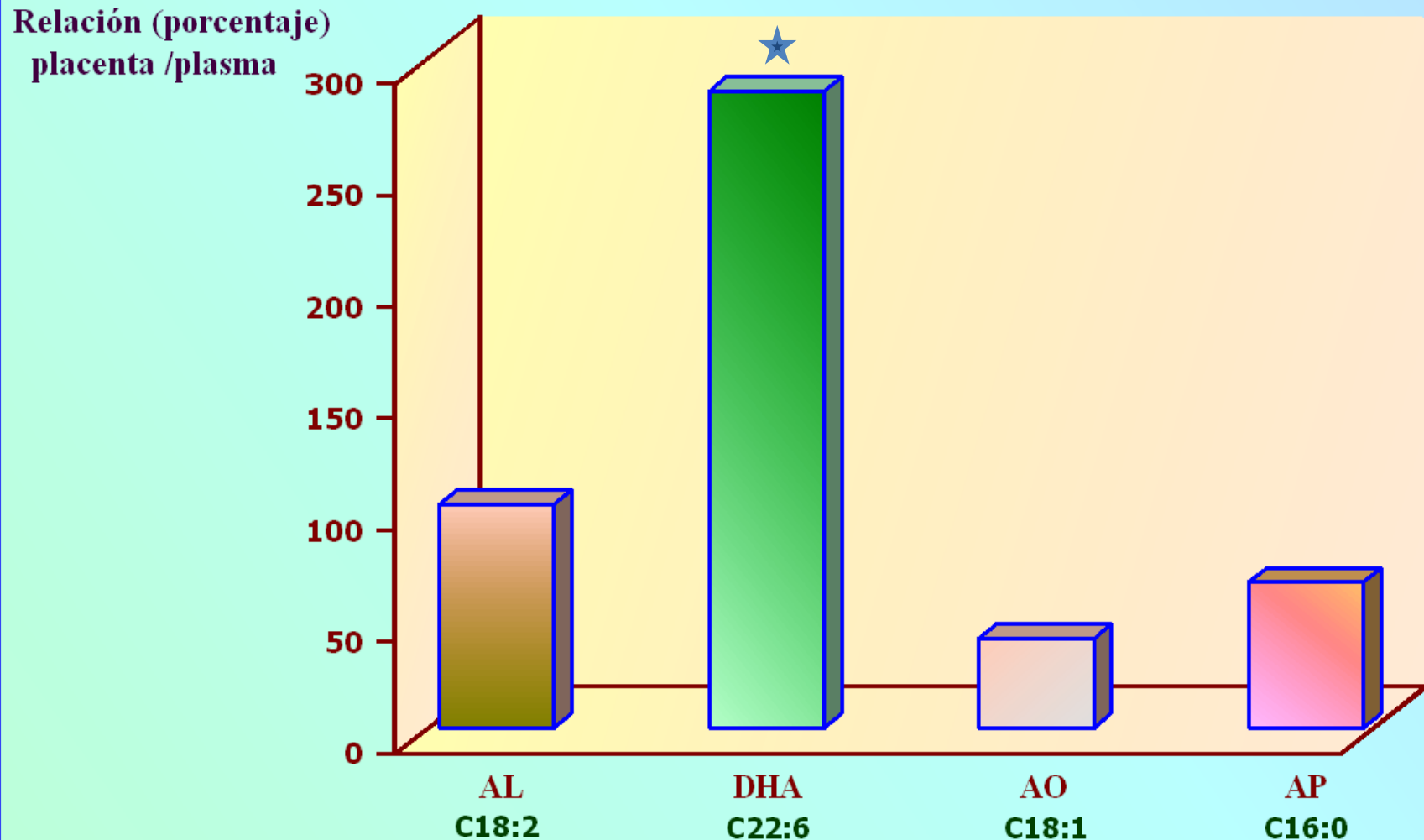
3° Trimestre del Embarazo

Lactancia

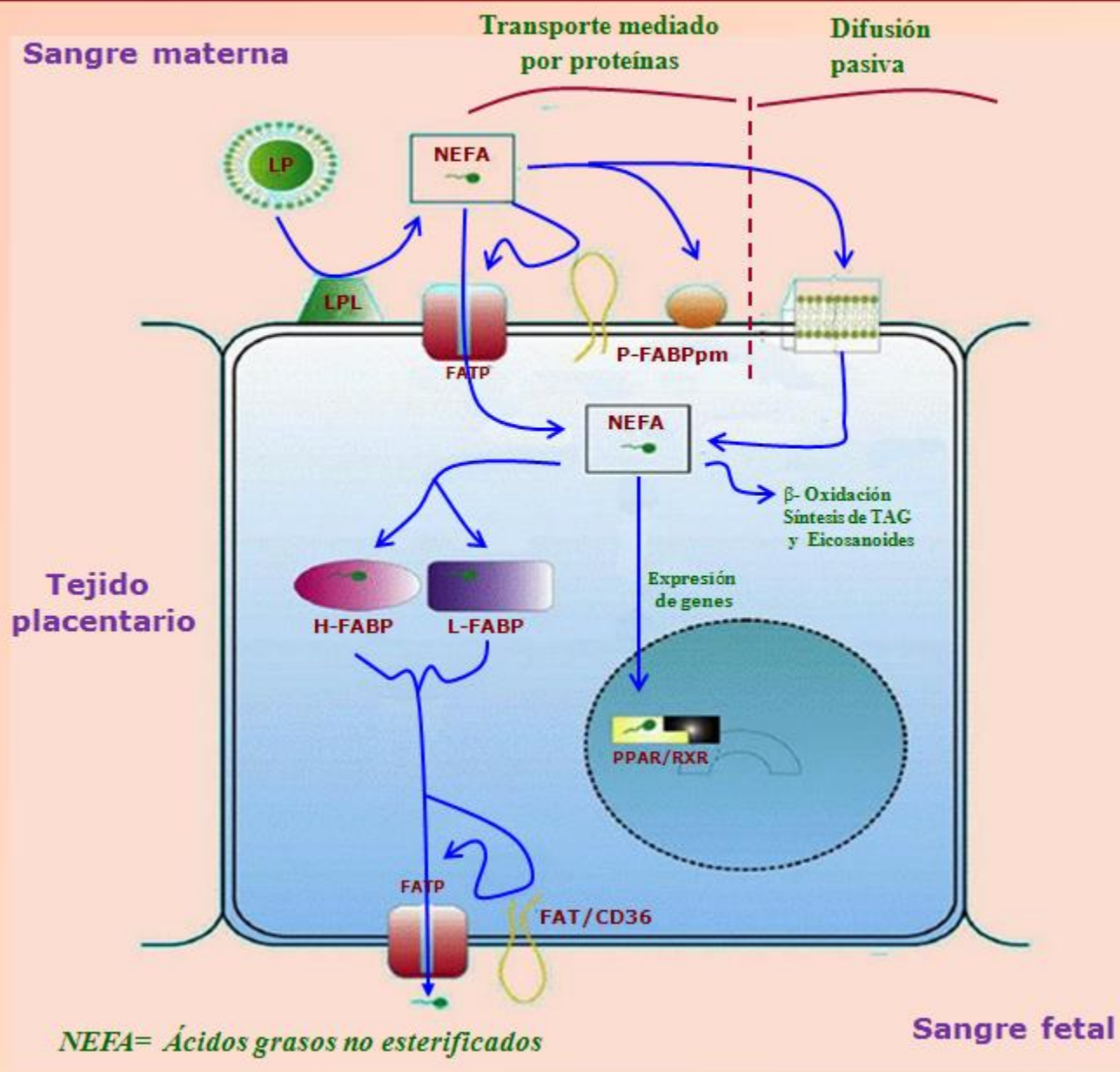
Desarrollo cerebral y establecimiento de circuitos neuronales

- Formación del tubo neural (neuroectoderma) 3° - 4° sem gest
- Formación de los hemisferios (etapa proencefálica) 5° -10° sem gest
- Activa neurogénesis
- Proliferación neuronal
- Diferenciación neuronal
- Neuronas (propiamente tal) y glías (astrocitos y oligodendrocitos)
- 200.000 neuronas/minuto
- Migración de zonas ventriculares (centrales) a zonas periféricas (neocorteza)
- Factores neurotróficos
- Sinaptogénesis

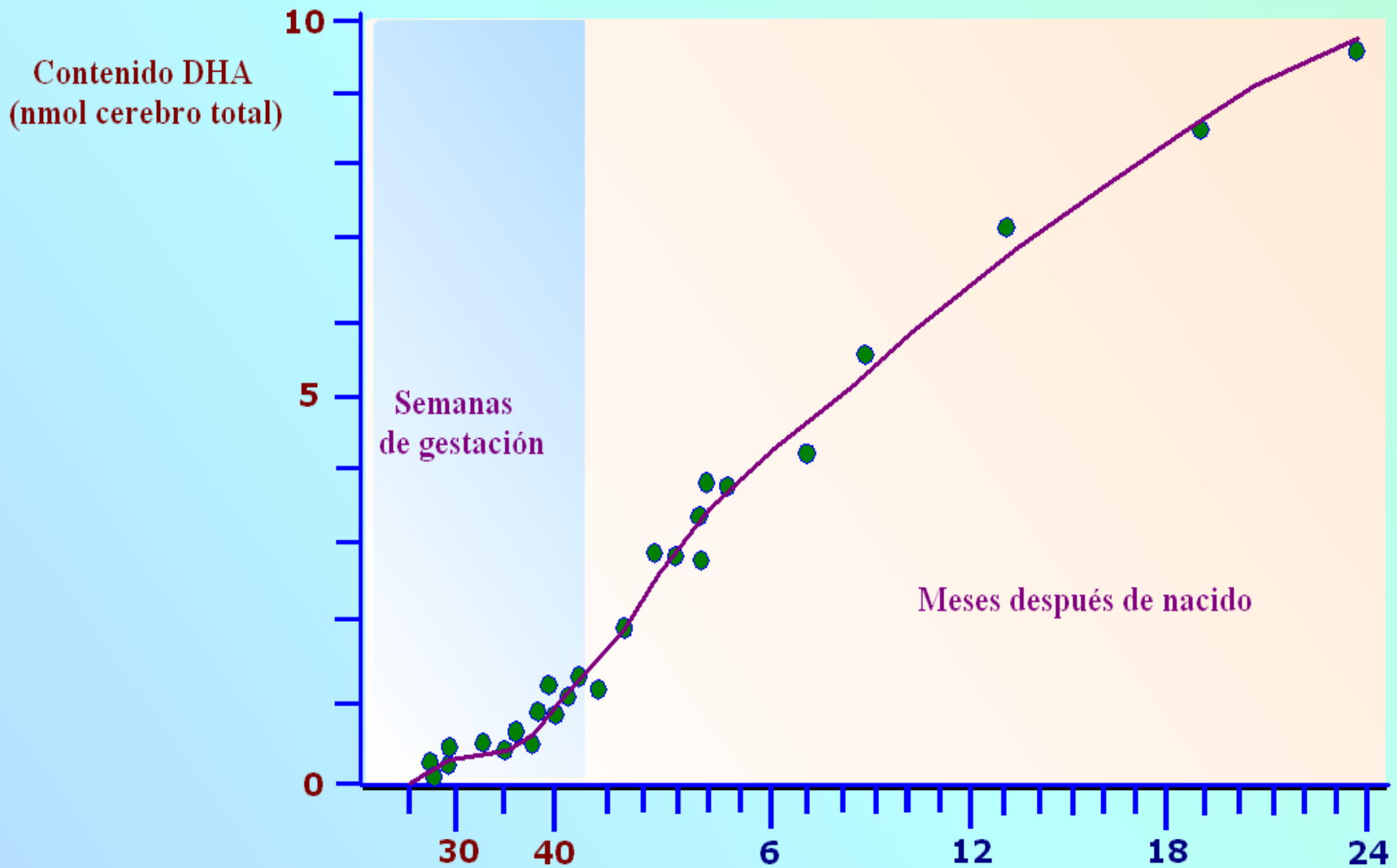
Distribución de ácidos grasos marcados entre placenta y plasma materno administrados 4 horas antes del parto



Modelo del transporte placentario de ácidos grasos



Acumulación de ácido docosahexaenoico (DHA) en el cerebro fetal

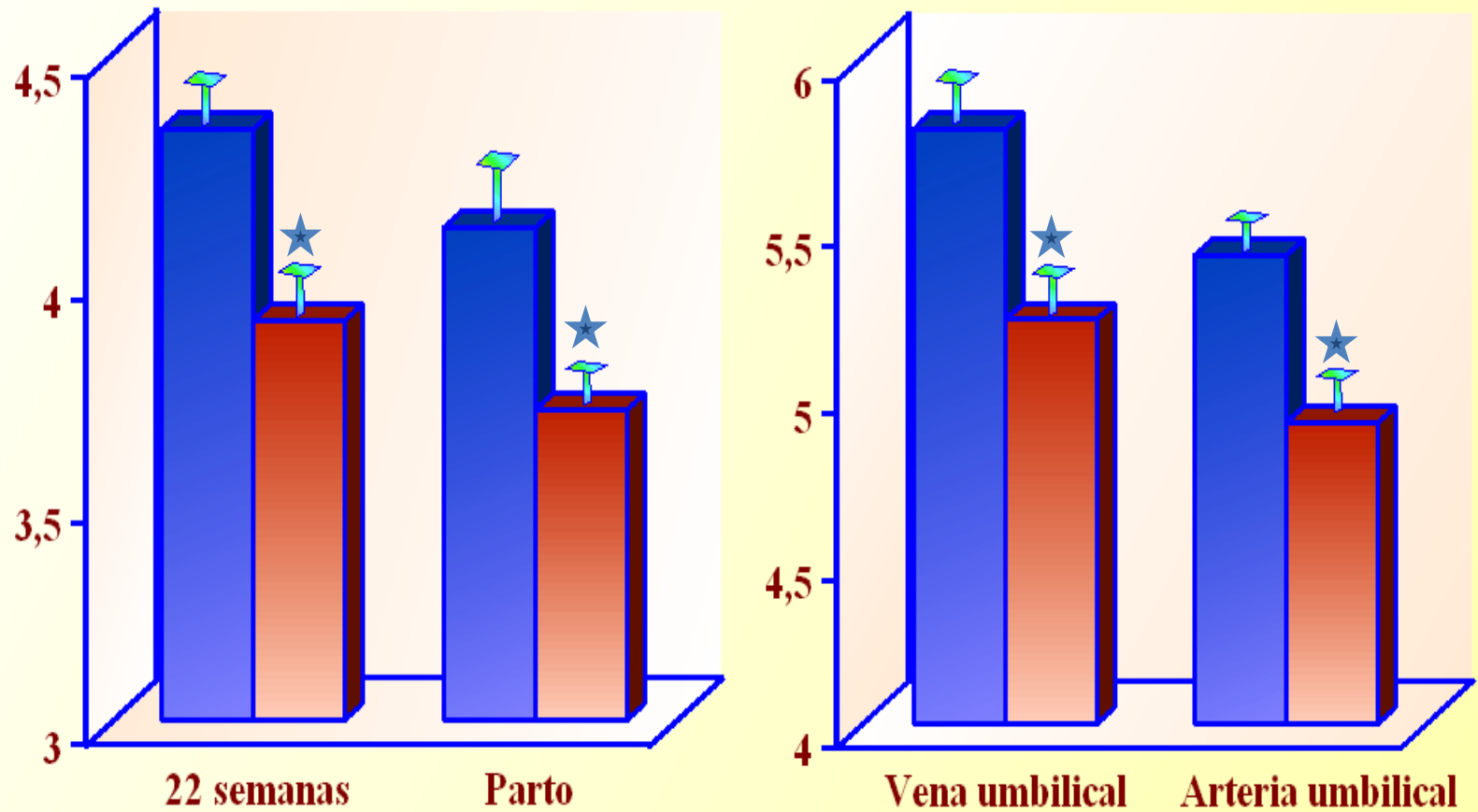


Nivel de DHA en embarazos exitosos

DHA plasmático
(% de ac. grasos totales)

Plasma materno

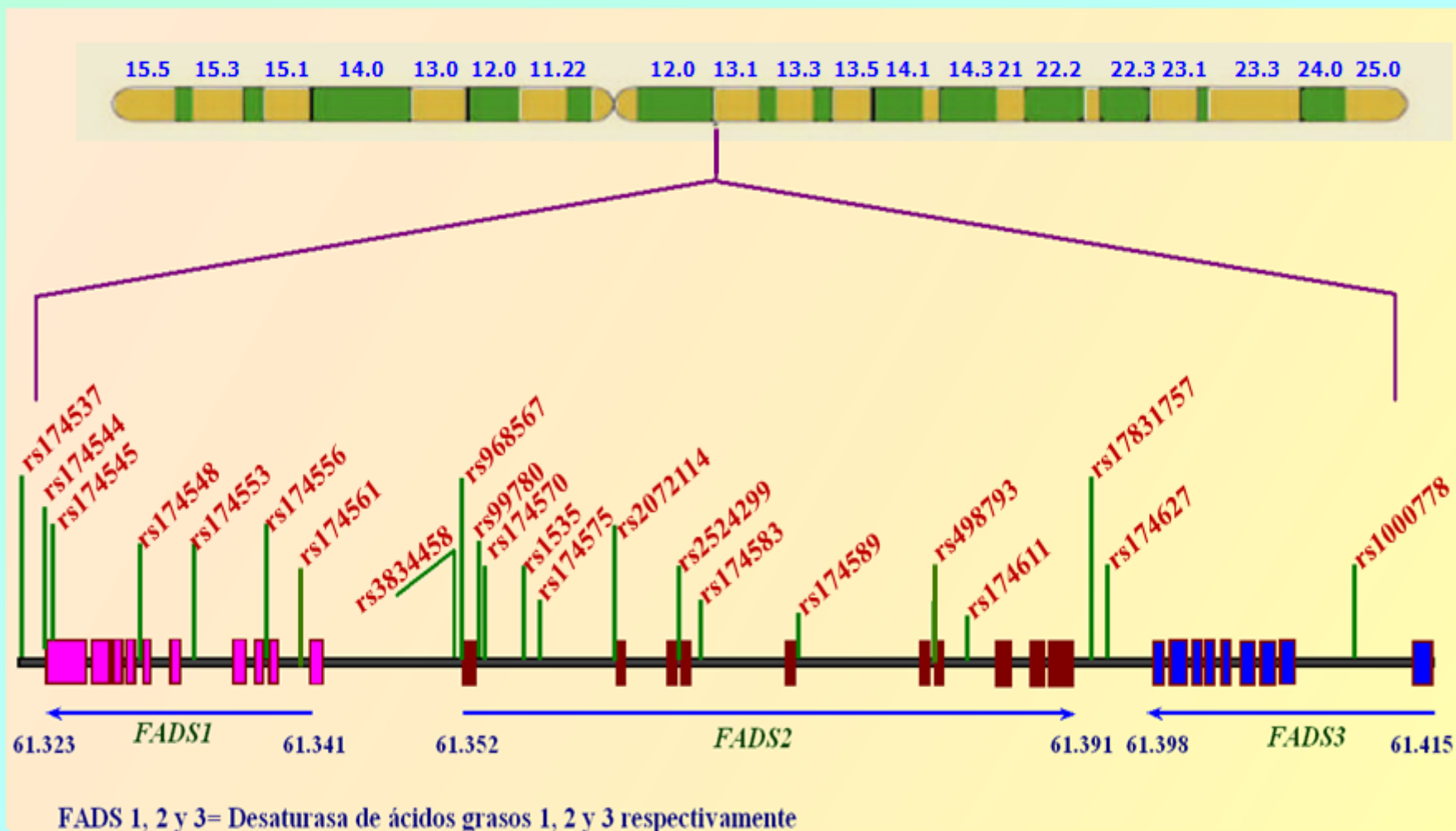
tejido neonatal



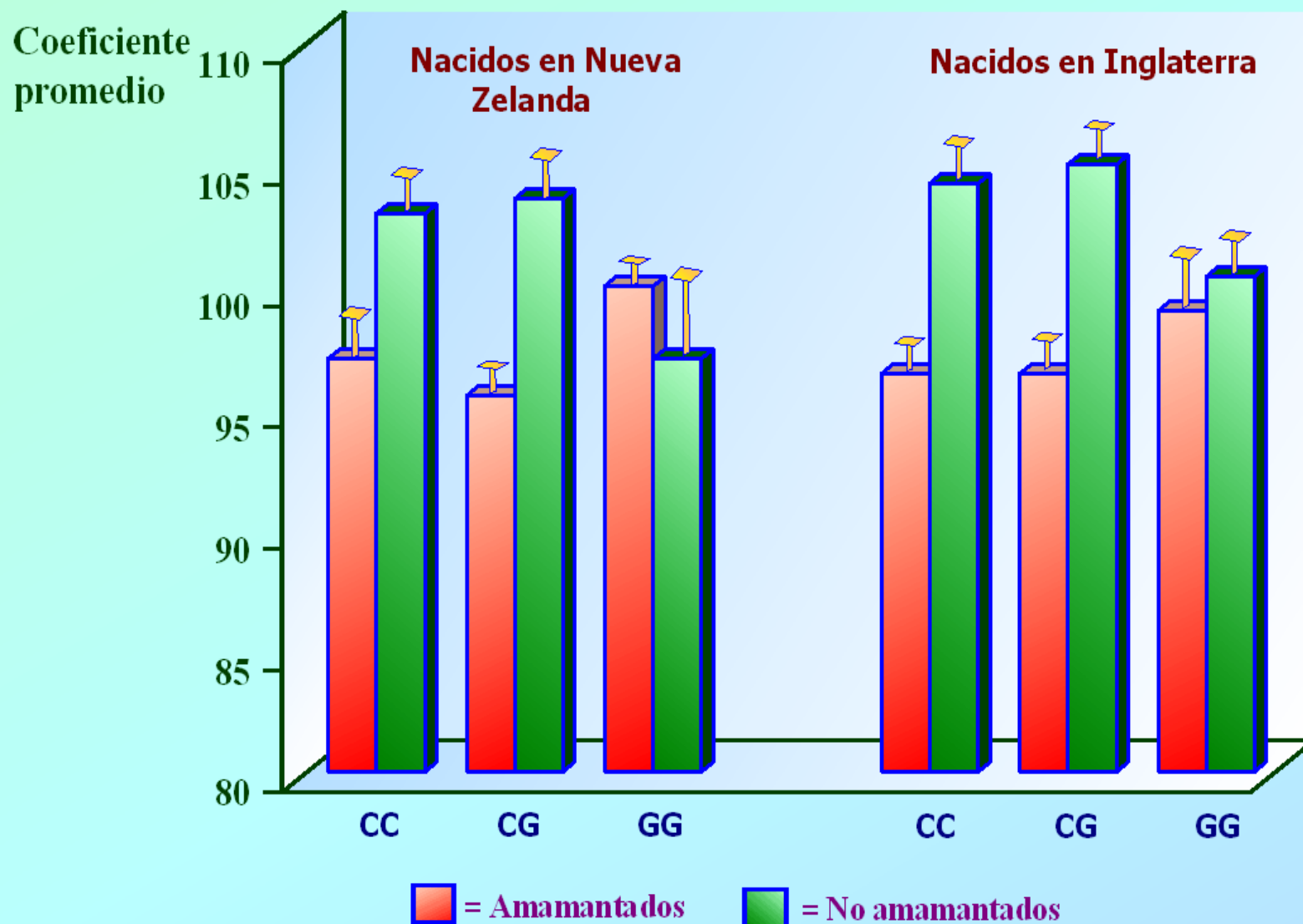
■ = Primer embarazo

■ = Tercer embarazo

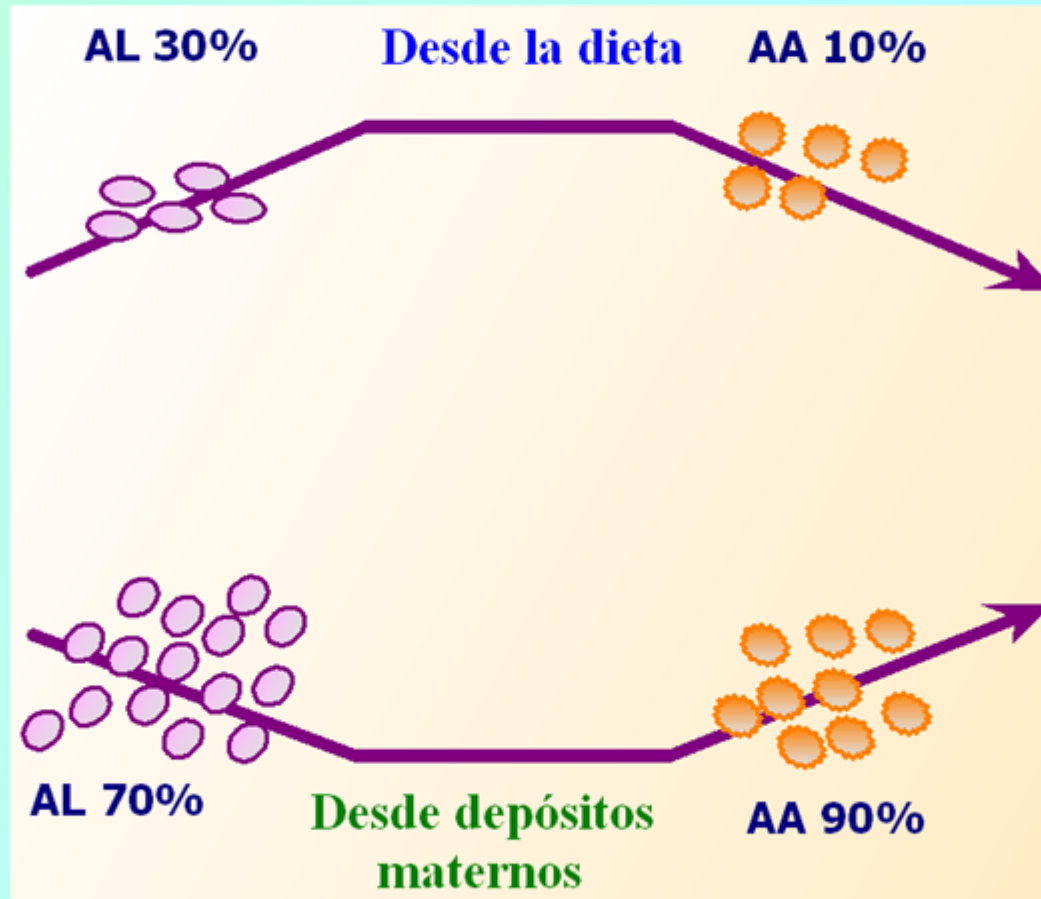
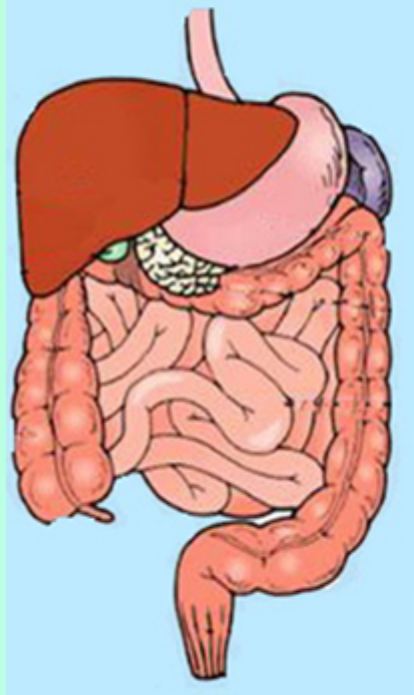
Organización del gen FADS en el cromosoma 11 de humanos mostrando exones/intrones y la ubicación de algunos polimorfismos de un solo nucleótido



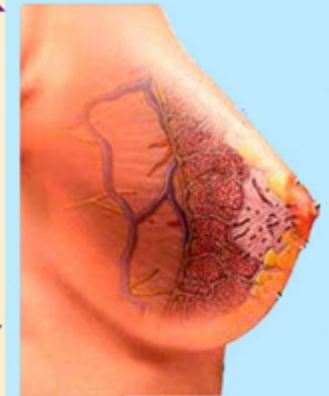
Relación entre lactancia y coeficiente intelectual promedio en individuos con polimorfismo (rs 174575) en el gen FADS2



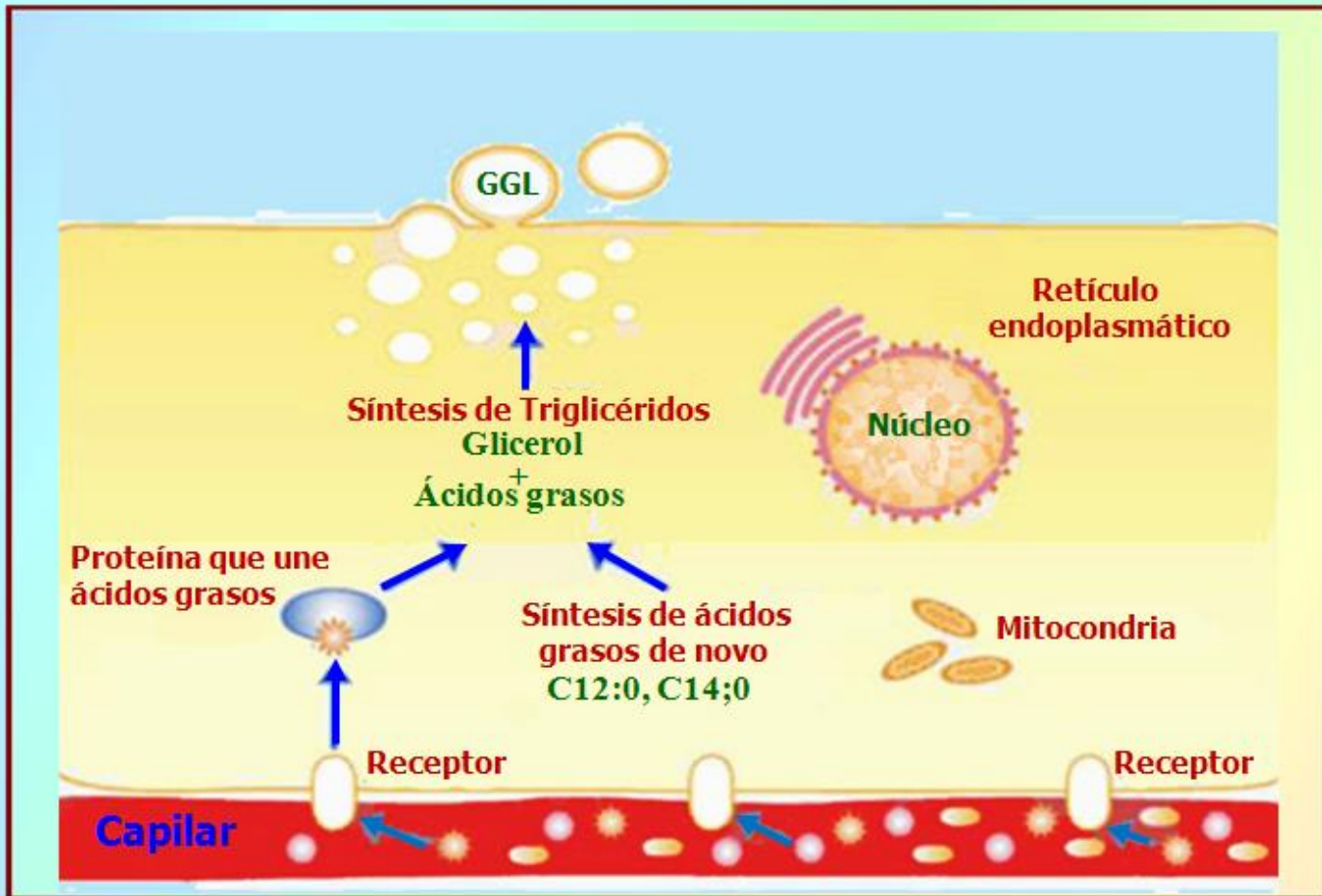
Ácidos grasos dietario y de reserva en la síntesis de leche materna



Síntesis de novo a partir de ácidos grasos de cadena media



Síntesis de grasa de leche materna en células alveolares



GGL=Glóbulo de grasa láctea

Importancia del consumo de DHA durante el embarazo

En la madre

Permite embarazos más prolongados

Disminuye la insulino resistencia y la diabetes gestacional

Disminuye el riesgo de depresión post - parto

En el hijo

Mejora la agudeza visual y percepción de los colores

Puede aumentar hasta en 4 puntos el CI

Mejorar la capacidad de aprendizaje y de memorización

Disminuye la incidencia de déficit atencional

DHA y aprendizaje

- Estudios realizados en ratas, ratones primates y humanos
- **En animales:** Correlación entre mayor incorporación de DHA en Hipocampo y Corteza Cerebral, y mejor desempeño en pruebas en laberintos (espacio ciego, agua de Morris y caja de Skinner)

Intervenciones pre-natales

Determinación en los niveles de DHA en diferentes zonas del cerebro

- **En humanos** se ha demostrado: mayor aprendizaje y desarrollo psicomotor

Aplicación de test: Kaufman, escalas de Bayley, Brunet-Lézine (desarrollo psicomotor), Fagan (inteligencia), Willatts y capacidad para resolver problemas

Intervenciones post-natales

Determinaciones en eritrocitos*

DHA: efectos positivos en las capacidades cognitivas y el comportamiento

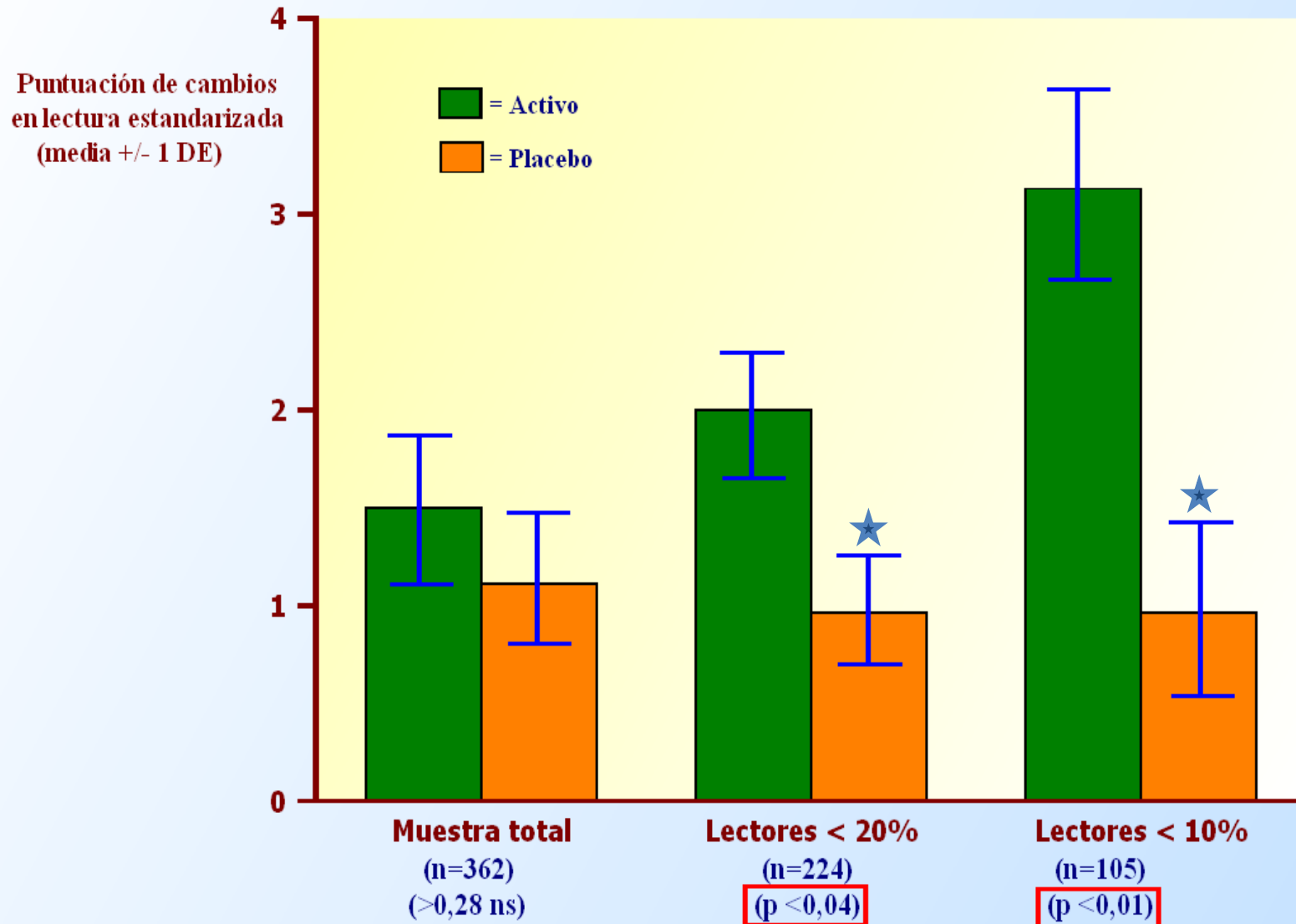
Docosahexaenoic Acid for Reading, Cognition and Behavior in Children Aged 7–9 Years: A Randomized, Controlled Trial (The DOLAB Study)

- **Mejoras significativas en la lectura y el comportamiento de los niños**
- **Dosis de DHA utilizada: 600 mg/día (microalga), sin efectos secundarios adversos**

Alexandra J. Richardon, Jennifer R, Burton, Richard P, Sewell et al.

Plos ONE 2012

Cambios en puntaje de lectura entre línea base y post intervención



Bajos niveles de AGPICL n-3 en sangre y mal rendimiento cognitivo y conducta

Low blood long chain omega-3 fatty acid in UK children are associated with poor cognitive performance and behavior: a cross-sectional analysis from the DOLAB study

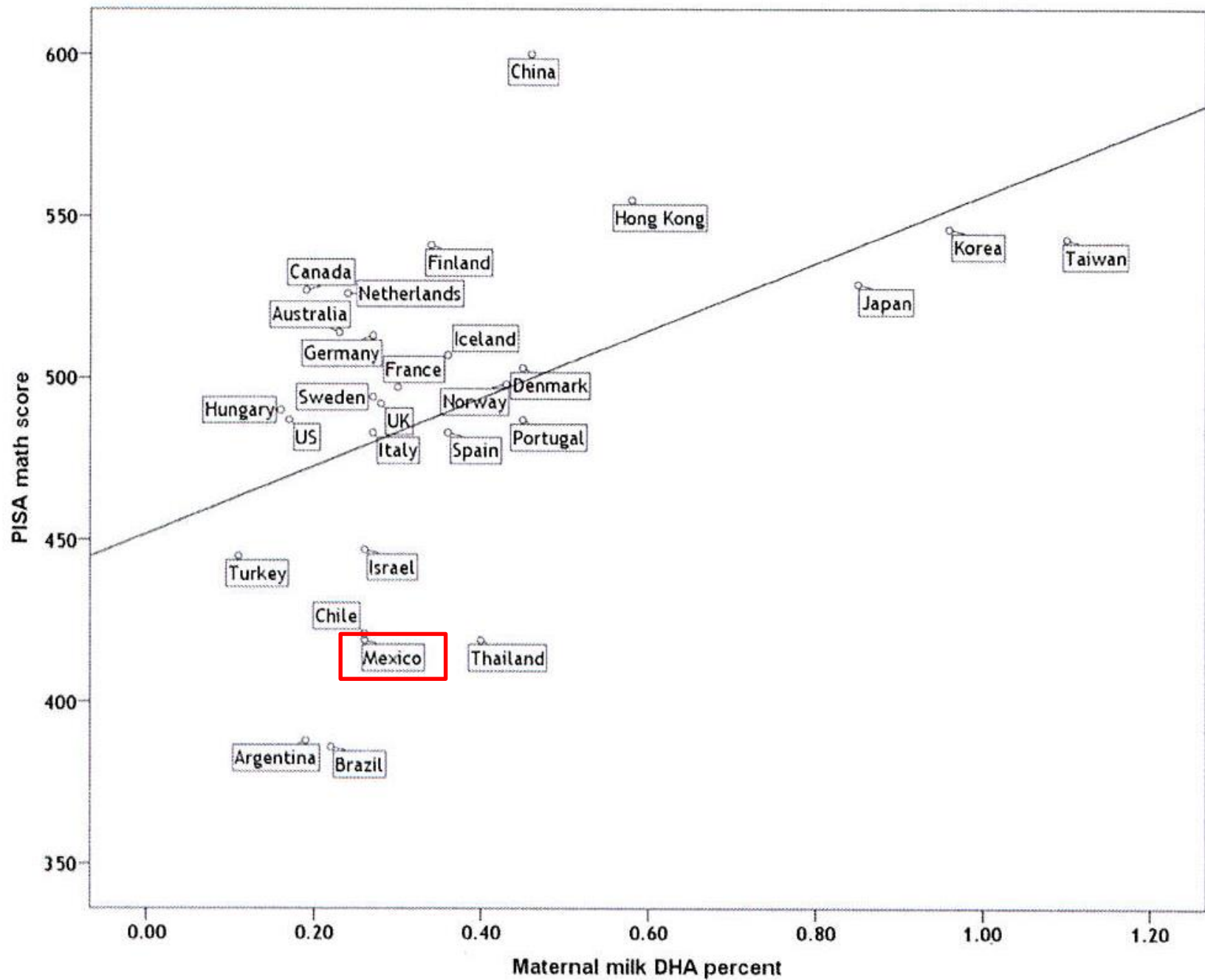
- DHA (1.9%) y EPA (0.55%) en sangre (total de ácidos grasos)
- DHA presenta la mayor variación
- Menores niveles de DHA se asociaron con:
 1. Una pobre capacidad de lectura y memoria
 2. Mayor oposición y cuestionamiento a los padres

Paul Montgomery, Jennifer R. Burton, Richard P, Sewell et al.

Plos ONE 2013

Niveles de DHA en Leche materna y rendimiento cognitivo

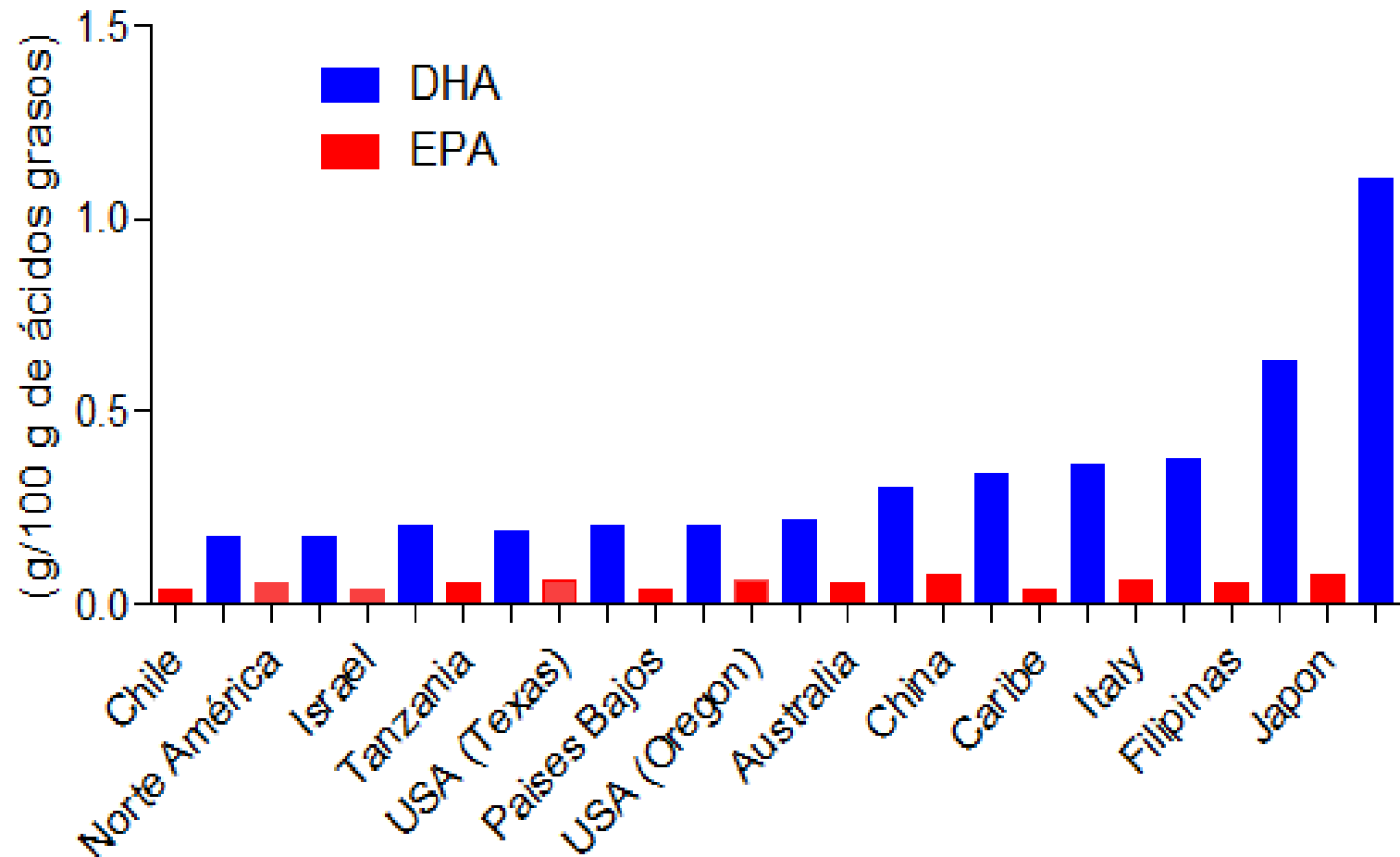
- **Maternal milk DHA content predicts cognitive performance in a sample of 28 nations**
- Niveles de DHA en leche materna (índice de disponibilidad)
- Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) 2009
- Estudio realizado en 28 países demostró que los niveles de DHA en leche materna contribuyen de manera muy significativa en las calificaciones obtenidas en la prueba PISA de matemáticas ($\beta = 0,462$, $P = 0,006$)
- Indicador mayor en magnitud que el producto interno bruto per cápita y el gasto en educación por alumno.
- El pescado influiría en forma positiva
- La grasa total influiría en forma negativa



Niveles de DHA en Leche materna y rendimiento cognitivo

- Los niveles de DHA en la leche materna explican más del 20% de la varianza en el rendimiento en una prueba cognitiva internacional.
- La varianza explicada por los niveles de DHA en leche materna es la única que no se explica por variables socio – económicas.
- El mejor predictor dietario respecto a los niveles de DHA en leche materna es el consumo de pescado.

Niveles de EPA y DHA en leche materna de diferentes países



DHA y Disminución de la esteatosis hepática en niños

Docosahexaenoic acid supplementation decreases liver fat content in children with non-alcoholic fatty liver disease: double-blind randomised controlled clinical trial

- **Evaluar si la la suplementación con DHA reduce el contenido de grasa en niños con enfermedad por hígado graso no alcohólica (EHGNA) suplementación con DHA.**
- **Ensayo aleatorio controlado con suplementación de DHA (250 y 500 mg / día) versus placebo en 60 niños con EHGNA (biopsia) (20 niños por grupo)**
- **Resultados (Después de 6 meses se observó)**

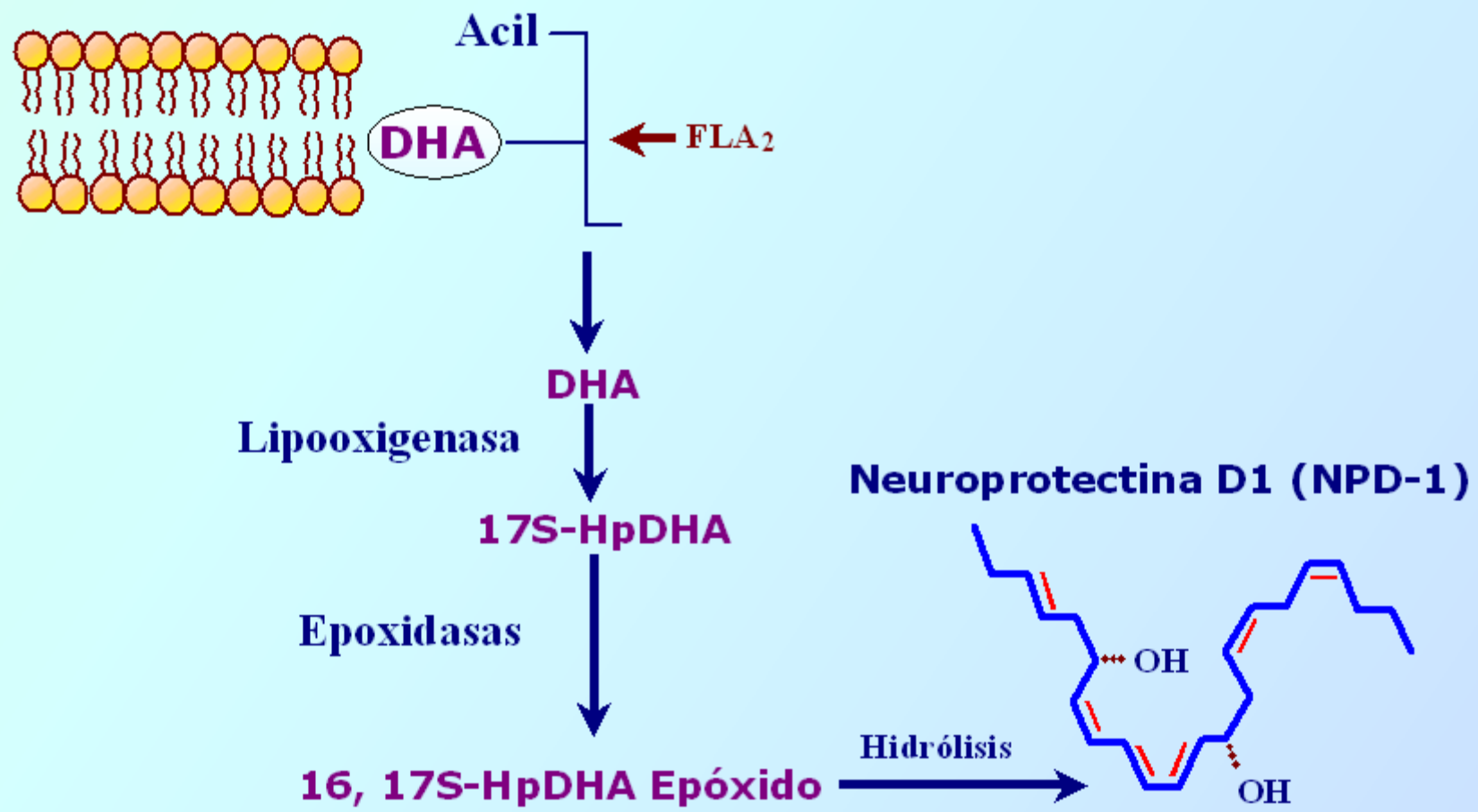
Una disminución significativa de la acumulación de grasa en el hígado, y un incremento en los niveles de DHA, particularmente en el grupo que consumió 500 mg/día

Nutrientes y/o ingredientes funcionales con efectos positivos en enfermedades demenciales

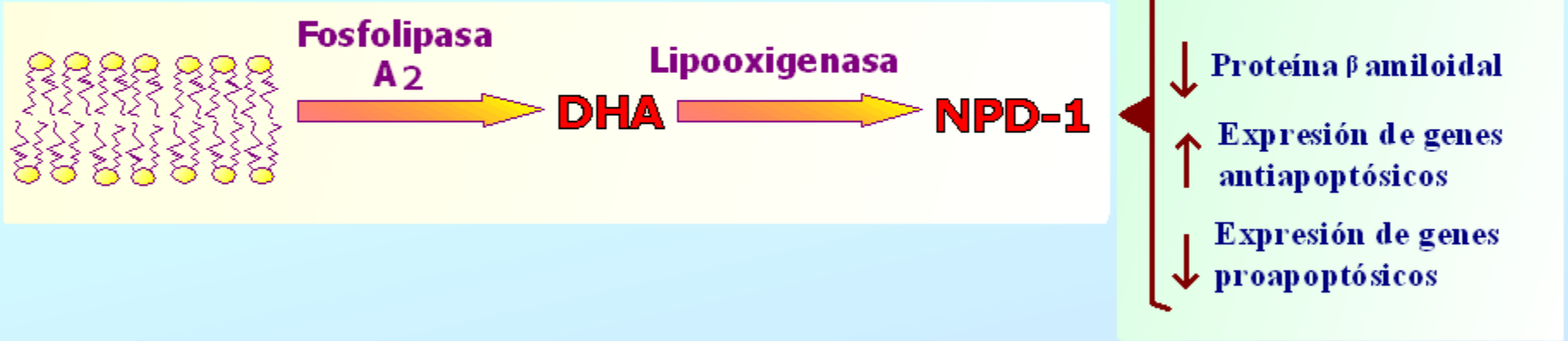
Ingrediente funcional	Efecto metabólico/función	Efecto clínico	Síntomas o signos que indican mejoría de la enfermedad
DHA y EPA	▷ precursores de resolvina y protectinas	▷ controla la magnitud y duración de la inflamación	▷ modula la inflamación por el amiloide
	▷ DHA inhibe la apoptosis neuronal	▷ función cognitiva	▷ mejora procesos de aprendizaje y memoria
Vitamina E	▷ antioxidante	▷ atrapa radicales libres	▷ ralentiza progresión de la enfermedad
Vit. B₉, Vit. B₁₂ Vit. B₆ y Colina (B₂)	▷ metabolismo homocisteína	▷ metabolismo mielina, neurotransmisores y fosfolípidos de membrana	▷ modula la inflamación por el amiloide
Fosfolípidos, gangliósidos, DHA y colina	▷ formación de membranas neuronales	▷ formación de membranas neuronales	▷ mejora función neuronal y cognitiva
Colina	▷ neurotransmisor	▷ función cognitiva	▷ mejora procesos de aprendizaje y memoria

Respuesta a señal de alarma

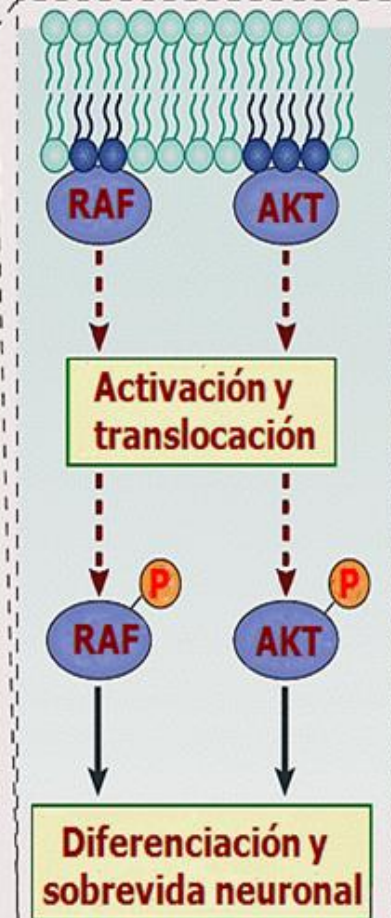
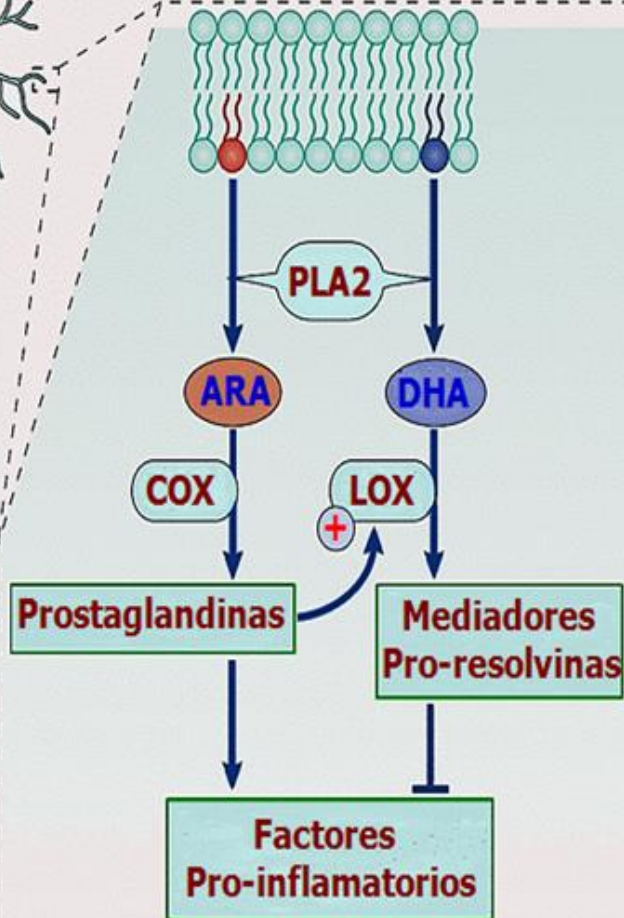
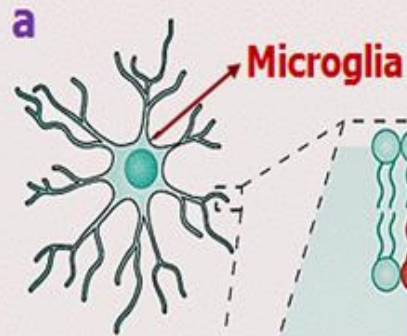
(Estrés oxidativo, isquemia-reperfusión y otras señales de daño)



DHA y Neuroprotectina D-1 (NPD-1)



Efecto de ácidos grasos poliinsaturados sobre el cerebro



Recomendaciones de ingesta dietaria de ácidos grasos para adultos

Ácidos Grasos (AG)	Recomendación
Ingesta total de AG	20-35% VCT
AG Saturados (AGS)	10% VCT
AG Monoinsaturados (AGMI)	9-13% VCT (diferencia)
AG Poli-insaturados (AGP) (AL + ALA + EPA + DHA)	6-11% VCT
AGP n-6	2.5-9% VCT (2-3% AL)
AGP n-3	0.5-2% VCT EPA+DHA (0.250-2g/día)
AGTrans	<1% VCT
Colesterol	<300 mg/día

Recomendaciones de ingesta dietaria de ácidos grasos para lactantes (0-24 meses) y niños (2-18 años)

Ácidos Grasos (AG)	Grupo etáreo	Recomendación
Ingesta total de AG	0-6 meses 0-24 meses 2-18 años	40-60% VCT (leche materna) 35% VCT 25-35% VCT
AG Saturados	2-18 años	8% VCT
AG Monoinsaturados		Diferencia
AG Poli-insaturados (AGPI)	6-24 meses 2-18 años	<15% VCT 11% VCT
AL (C18:2 n-6) & ALA (C18:3 n-3)	0-24 meses	Esenciales e Indispensables

Recomendaciones de ingesta dietaria de ácidos grasos para lactantes (0-24 meses) y niños (2-18 años)

Ácidos Grasos (AG)	Grupo etáreo	Recomendación
AGPI n-6		
Ácido Araquidónico (C20:4 n-6, AA)	0-6 meses	0.2-0.3% VCT (leche materna)
AL (C18:2 n-6)	0-6 meses 6-12 meses 12-24 meses	Composición leche materna 3-4.5% VCT 3-4.5% VCT
AGPI n-3		
ALA (C18:3 n-3)	0-6 meses 6-24 meses	0.2% VCT 0.4-0.6% VCT
DHA	0-6 meses 6-24 meses	0.1-0.18% VCT 10-12 mg/kg
EPA+DHA	2-4 años 4-6 años 6-10 años	100-150 mg 150-200 mg 200-250 mg
AG Trans	2-18 años	<1% CVT

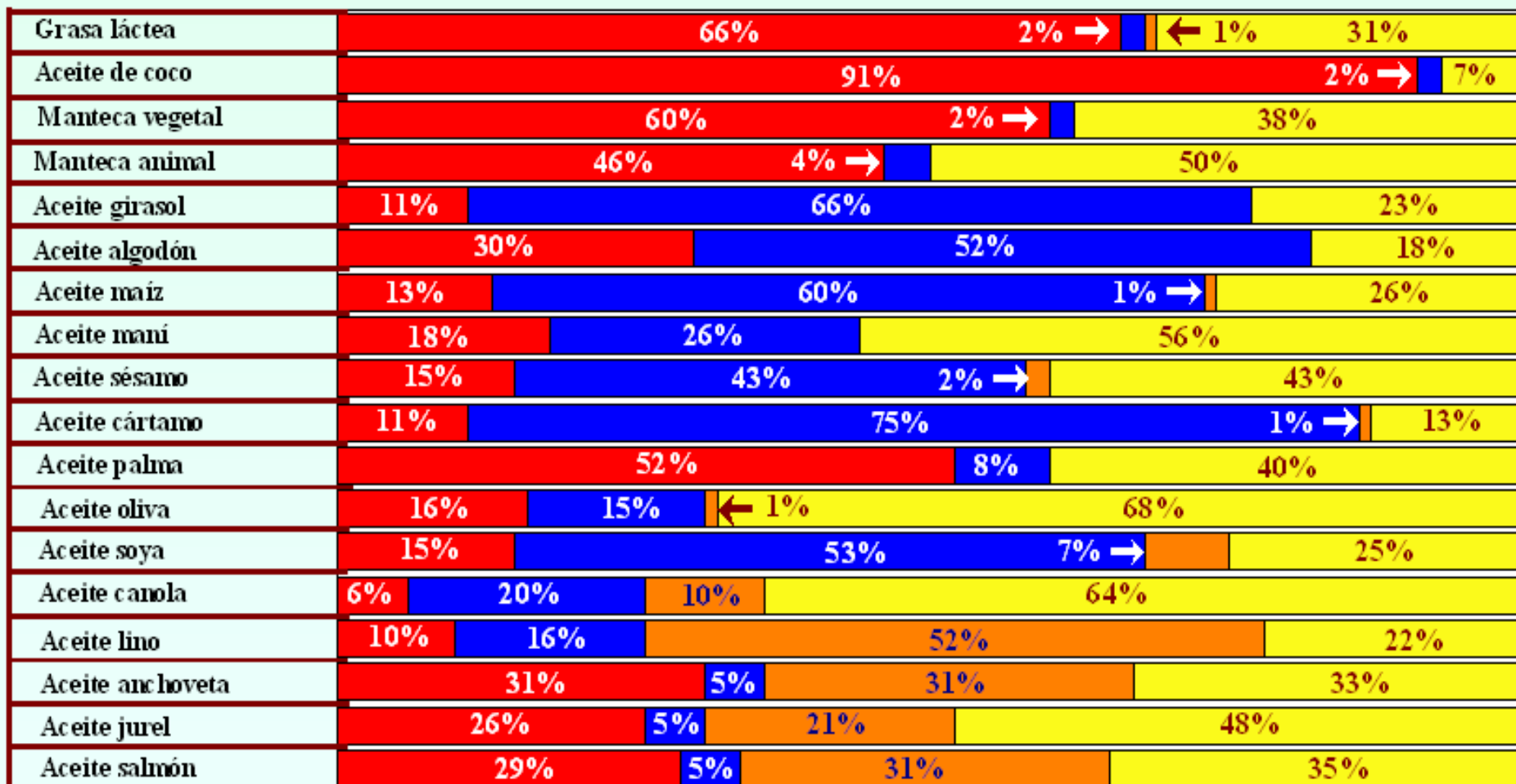
Recomendaciones de ingesta dietaria de ácidos grasos durante el embarazo y lactancia

Ácidos Grasos (AG)	Recomendación
DHA	200 mg/día
DHA+EPA	300 mg/día
AA	800 mg/día (máximo)

Composición porcentual de algunos aceites, grasas y materias grasas de consumo habitual en diferentes países

Grasa o Aceite

Contenido de ácidos grasos normalizado al 100%



POLINSATURADOS

 SATURADOS

 OMEGA - 6

 OMEGA - 3

 MONOINSATURADOS

Fuentes alimentarias tradicionales de AGPICL ω -3

Alimento	EPA mg/100 g	DPA mg/100 g	DHA mg/100 g	EPA+DHA mg/100 g
Anchoveta	763	41	1292	2055
Arenque (atlántico)	909	71	1105	2014
Salmón (cultivo*)	862	393	1104	1966
Salmón (salvaje)	411	368	1429	1840
Jurel (Caballa) atlántico	504	106	699	1203
Pescado azul	323	709	665	988
Sardina atlántica	473	0	509	982
Trucha	259	235	677	936
Blanquillo	172	143	733	905
Pez espada	127	168	772	899
Albacora	233	18	629	862
Mejillones	276	44	506	782

Base de datos USDA. USA 2014

Fuentes alimentarias tradicionales de AGPICL ω -3

Alimento	EPA mg/100 g	DPA mg/100 g	DHA mg/100 g	EPA+DHA mg/100 g
Robalo rayado	169	0	585	754
Tiburón	258	89	431	689
Abadejo del atlántico	91	28	451	542
Ostras	274	16	210	484
Jurel (caballa) rey	174	22	227	401
Atún	91	17	237	328
Pargo	48	22	273	321
Platija y Lenguado	168	34	132	300
Almejas	138	104	146	284
Mero	35	17	213	248
Fletan*	80	20	155	235
Langosta	117	6	78	195

Base de datos USDA. USA 2014

Reporte

Joint FAO/WHO Expert consultation on the risks and benefits of fish consumption

Roma, 25 - 29 de Enero 2010

Análisis del efecto de dioxinas y metil mercurio y del aporte de EPA y DHA en el cociente intelectual de niños. Valores obtenidos a partir de 93 peces diferentes

Pesquerías agotadas en Chile

Anchoveta

Agotada:

V a X región

Se hace harina y aceite de pescado y para consumo en conserva

TP = 14 cm



Sardina española

Agotada:

XV a IV región

Forma grandes cardúmenes junto a anchoveta y en ocasiones, se encuentra asociada con caballa, jurel y bonito

TP = 26 cm



Congrio dorado

Agotada:

Chiloé a XI región
y XI a XII

Se distribuye desde la IV Región al Cabo de Hornos, principalmente de la X al sur

TP = 80 cm



Merluza común

Agotada:

IV a X región

Amenazada por la sobrepesca y depredadores naturales como la jibia

TP = 35 cm



Alfonsino

Agotada:

XV a XII región

Pez de agua profundas. Alcanza su primera madurez a los 8 años. Era capturado por flotas industriales de arrastre

TP = 35 cm



Besugo

Agotada:

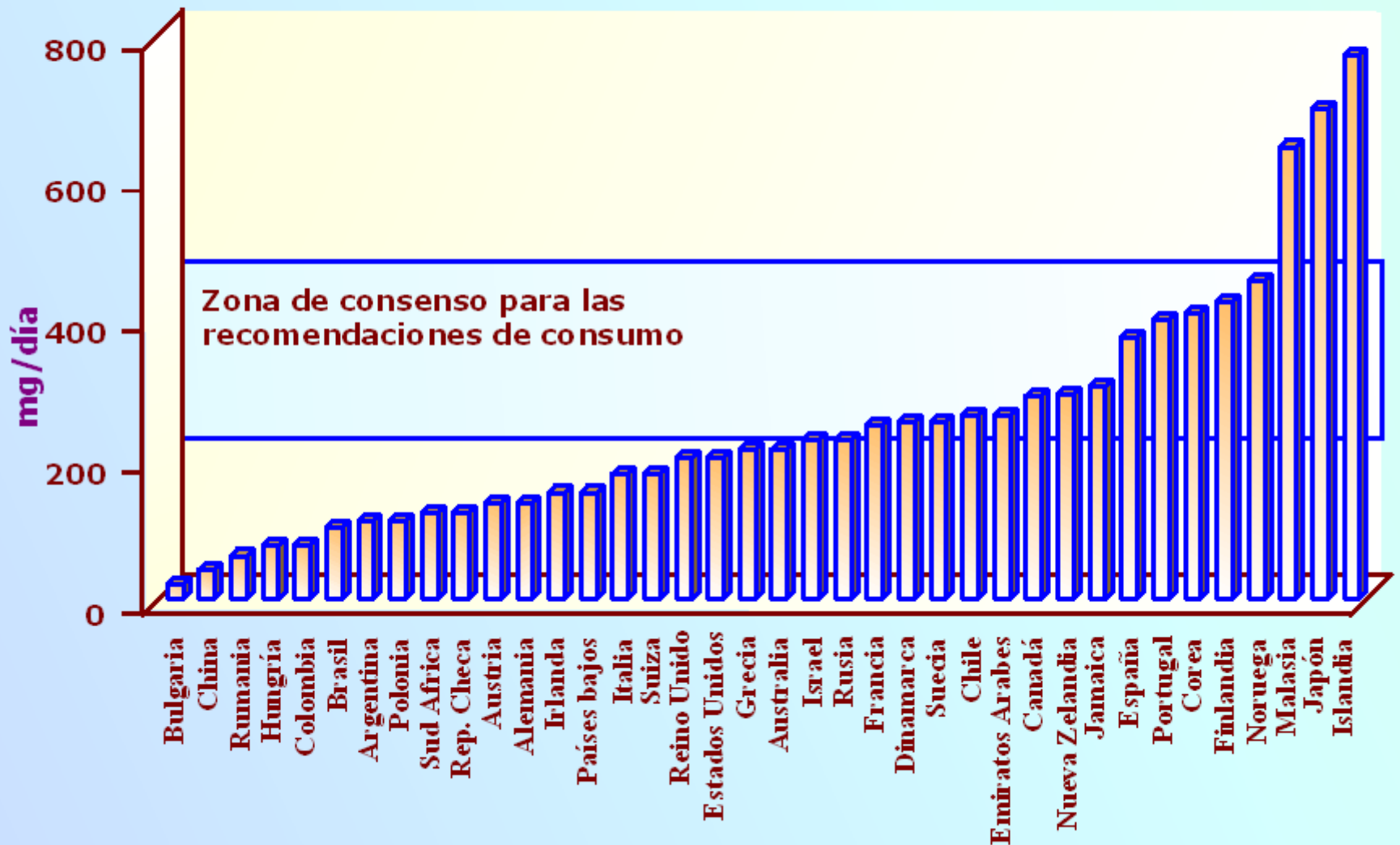
III a X región

Habita en aguas profundas. Acanza la talla adecuada para su pesca a los 12 años

TP = 34 cm










Consumo estimado de EPA + DHA (mg/día)



Fuente: Hibbeln JR., et al (2006) Am J Clin Nutr 83, 1483S-1493S

Article



Polyunsaturated Fatty Acid Composition of Maternal Diet and Erythrocyte Phospholipid Status in Chilean Pregnant Women

Karla A. Bascuñán ^{1,*} , Rodrigo Valenzuela ¹ , Rodrigo Chamorro ¹ , Alejandra Valencia ¹ , Cynthia B. Claudia Puigredon ² , Jorge Sandoval ²  and Alfonso Valenzuela ³ 

 [Authors' affiliations](#)

Received: 11 September 2014 / Revised: 14 October 2014 / Accepted: 24 October 2014 / Published: 7 November 2014

(This article belongs to the Special Issue Nutrition in Pregnancy)

 [View Full-Text](#) |  [Download PDF](#) [504 KB, uploaded 7 November 2014] |  [Browse Figure](#)

Abstract

Chilean diets are characterized by a low supply of *n*-3 polyunsaturated fatty acids (*n*-3 PUFA), which are critical for pregnancy and lactation, because of their role in brain and visual development. DHA is the most relevant *n*-3 PUFA. We evaluated the dietary *n*-3 PUFA intake and erythrocyte phospholipids *n*-3 PUFA in Chilean pregnant women. pregnant women (20–36 years old) in the 3rd–6th month of pregnancy were included in the study. Dietary assessment applying a food frequency questionnaire, and data were analyzed through the Food Processor SQL[®] software. erythrocyte phospholipids were assessed by gas-liquid chromatography. Diet composition was high in saturated fat and PUFA, high in *n*-6 PUFA (linoleic acid) and low in *n*-3 PUFA (alpha-linolenic acid and DHA), with imbalance PUFA ratio. Similar results were observed for fatty acids from erythrocyte phospholipids. The sample of Chilean pregnant women showed high consumption of saturated fat and low consumption of *n*-3 PUFA, which is reflected in the low D

Table 4. Fatty acid intake according to food groups.

Food Groups	Total Fat (g)	Total SAFA (g)	Total MUFA (g)	Total PUFA (g)
Cereals	9.7 (7.0–12.7)	1.7 (1.3–2.4)	1.0 (1.5–2.2)	1.2 (0.7–1.8)
Fruits and Vegetables	1.2 (0.7–1.6)	0.1 (0.07–0.17)	0.05 (0.02–0.07)	0.2 (0.1–0.3)
Dairy	8.4 (4.4–18.0)	4.9 (2.8–10.8)	1.9 (0.9–4.3)	0.2 (0.1–0.6)
Meats and Eggs	12.5 (8.3–20.4)	4.4 (2.8–6.7)	2.8 (1.8–5.7)	0.9 (0.5–1.2)
Fish and Seafood	0.7 (0.2–1.6)	0.17 (0.008–0.064)	0.2 (0.01–0.4)	0.1 (0.01–0.2)
Legumes	0.18 (0.4–0.39)	0.01 (0.006–0.04)	0.02 (0.007–0.06)	0.1 (0.02–0.2)
High-Lipid Foods	9.9 (3.7–14.4)	1.2 (0.5–1.8)	5.0 (2.5–7.6)	1.6 (0.6–3.7)
Oils and Fats	25 (4.9–36.2)	4.2 (2.2–6.4)	4.7 (3.2–9.1)	9.6 (3.9–15.0)
Sugar, Alcohol and Processed Foods	3.4 (0.84–8.1)	0.9 (0.2–3.0)	0.01 (0–0.02)	0.004 (0–0.09)

Table 5. Fatty acid composition of maternal erythrocyte membrane phospholipids

Fatty Acids ^a	Chilean Women ^b	Chinese Women ^c	Belgium Women ^d	USA Women ^e
Total SAFA	52.2 ± 2.8	46.4 (44.7–47.2)	46.0 ± 3.3	*
Total MUFA	13.3 ± 1.5	14.5 ± 3.5	12.7 ± 1.3	*
Total PUFA	35.4 ± 3.3	36.6 (34.1–38.7)	38.2 ± 3.5	*
Total <i>n</i> -6 PUFA	28.6 ± 3.6	26.5 (24.6–28.3)	*	27.91 ± 5.39
Total <i>n</i> -3 PUFA	6.8 ± 1.0	9.8 (8.6–11.8)	*	6.96 ± 2.27
18:2, <i>n</i> -6 (LA)	14.6 ± 3.4	15.0 ± 4.6	19.1 ± 3.2	9.0 ± 1.49
18:3, <i>n</i> -3 (ALA)	1.2 ± 0.4	*	0.22 ± 0.14	0.13 ± 0.06
20:4, <i>n</i> -6 (AA)	13.2 ± 1.8	7.3 (5.7–8.5)	8.4 ± 1.8	13.09 ± 3.3
20:5, <i>n</i> -3 (EPA)	1.6 ± 0.5	1.9 (1.7–2.2)	0.50 ± 0.31	0.30 ± 0.17
22:6, <i>n</i> -3 (DHA)	3.6 ± 0.6	5.6 (4.1–8.1)	4.8 ± 1.3	4.74 ± 1.68
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3 PUFA Ratio	4.3 ± 1.0	2.6 (2.1–3.2)	*	4.71 ± 2.8

Programa de Alimentación Complementaria para Embarazadas y Nodrizas

- El Ministerio de Salud incorporó una bebida láctea con EPA + DHA en el Programa Nacional de Alimentación Complementaria

- Nombre de la bebida “Purita Mamá”

- Programa de carácter universal que se inicia en el año 2008 (agosto)

- **Bebida láctea:**

Fortificada con 10 vitaminas y cuatro minerales

10% de materia grasa

79 mg EPA + DHA

¿Cómo se prepara Purita Mamá?

Instrucciones para preparar 1 porción (200ml)



Colocar agua hervida (tibia) hasta la mitad de la taza o vaso y agregar 1 medida rasa de Purita mamá (3 cucharadas rasas).



Revolver hasta disolver la mezcla.



Agregar agua hervida (tibia) hasta completar la porción de 200 ml.

Una medida rasa = 25 gramos de Purita Mamá

Recomendaciones

Mantener la bolsa de este producto siempre bien cerrada y en un lugar fresco y seco.

Purita Mamá jamás debe hervirse para no alterar su valor nutritivo.

¿Cómo me beneficio al tomar Purita Mamá?

- Cuidas tu peso y proteges tu corazón.
- Favoreces el desarrollo del cerebro y la visión de tu bebé.
- Cubres la mayor necesidad de Vitaminas y Minerales que el embarazo y el amamantamiento te demandan

Además de tomar cada día
PURITA MAMA,
recuerda asistir
a tus controles de salud.

Si tienes indicado tomar Hierro, recuerda que este mineral es esencial para prevenir la anemia, causante entre otros problemas, del nacimiento de niños con bajo peso.

Nueva

PURITA Mamá

Bebida láctea para embarazadas
y madres que amamantan

Con Ácidos Grasos Omega 3

Para tu bebé...
Tu leche
Para ti...
Purita Mamá



Consumir al menos
2 porciones diarias.

El mejor alimento para tu bebé
es la leche materna,
el mejor alimento para ti es
PURITA MAMA.



PURITA MAMA



El embarazo y el periodo de amamantamiento son etapas donde requieres especiales cuidados en tu alimentación.

Si eres beneficiaria del Programa Nacional de Alimentación Complementaria, te queremos dar una buena noticia: A partir de ahora, tendrás derecho a recibir un producto formulado y desarrollado solo para ti: PURITA MAMÁ.



¿Qué es PURITA MAMÁ?

PURITA MAMÁ es un nuevo alimento diseñado para complementar las necesidades nutricionales de la embarazada y la madre que amamanta.

¿Cuáles son sus características?

- Es una bebida láctea semidescremada.
- Adicionada con grasa omega 3 denominada DHA.
- Fortificada con vitaminas y minerales.
- Instantánea.
- Con delicado sabor a Vanilla.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Porción: 100 ml (3.38 fl. oz.)		
*Porcentaje de los valores diarios recomendados para embarazadas y madres que amamantan.		
Total de Energía	100 kcal	20%
Total de Grasa	5 g	10%
Total de Carbohidratos	15 g	30%
Total de Proteína	5 g	10%
Total de Calcio	100 mg	20%
Total de Hierro	5 mg	10%
Total de Vitamina A	1000 IU	20%
Total de Vitamina B12	100 µg	20%
Total de Omega-3 (DHA)	100 mg	20%

¿Qué es el DHA?

Es una grasa omega 3 que es muy importante para el desarrollo del cerebro y la visión del niño en gestación y del recién nacido en crecimiento. El niño en gestación recibe DHA a través de la placenta durante el embarazo y el recién nacido lo hace a través de la leche materna durante el amamantamiento.



Falta estructura química DHA (interacción)

Programa de Alimentación Complementaria para Embarazadas y Nodrizas

- EL programa distribuye 1 kg de bebida láctea al mes (embarazadas)
- Permite preparar 260 mL/día – al 12,5%
- Aporta 79 mg EPA (19 mg) + DHA (60 mg)
- Para nodrizas se distribuyen 2 kilos de bebida láctea al mes
- Permite preparar 500 mL/día – al 12,5%
- Aporta 158 mg EPA (38 mg) + DHA (120 mg)
- Producto saborizado



Política de Beneficios Purita –mamá a la embarazada

Embarazada

Inicio embarazo con diagnóstico normal, sobrepeso, obesa

1 kilo Purita Mamá

Si en controles evoluciona a estado nutricional normal

Se mantiene 1 kilo Purita mamá

Inicio embarazo con diagnóstico de bajo peso

3 kilos Purita Mamá

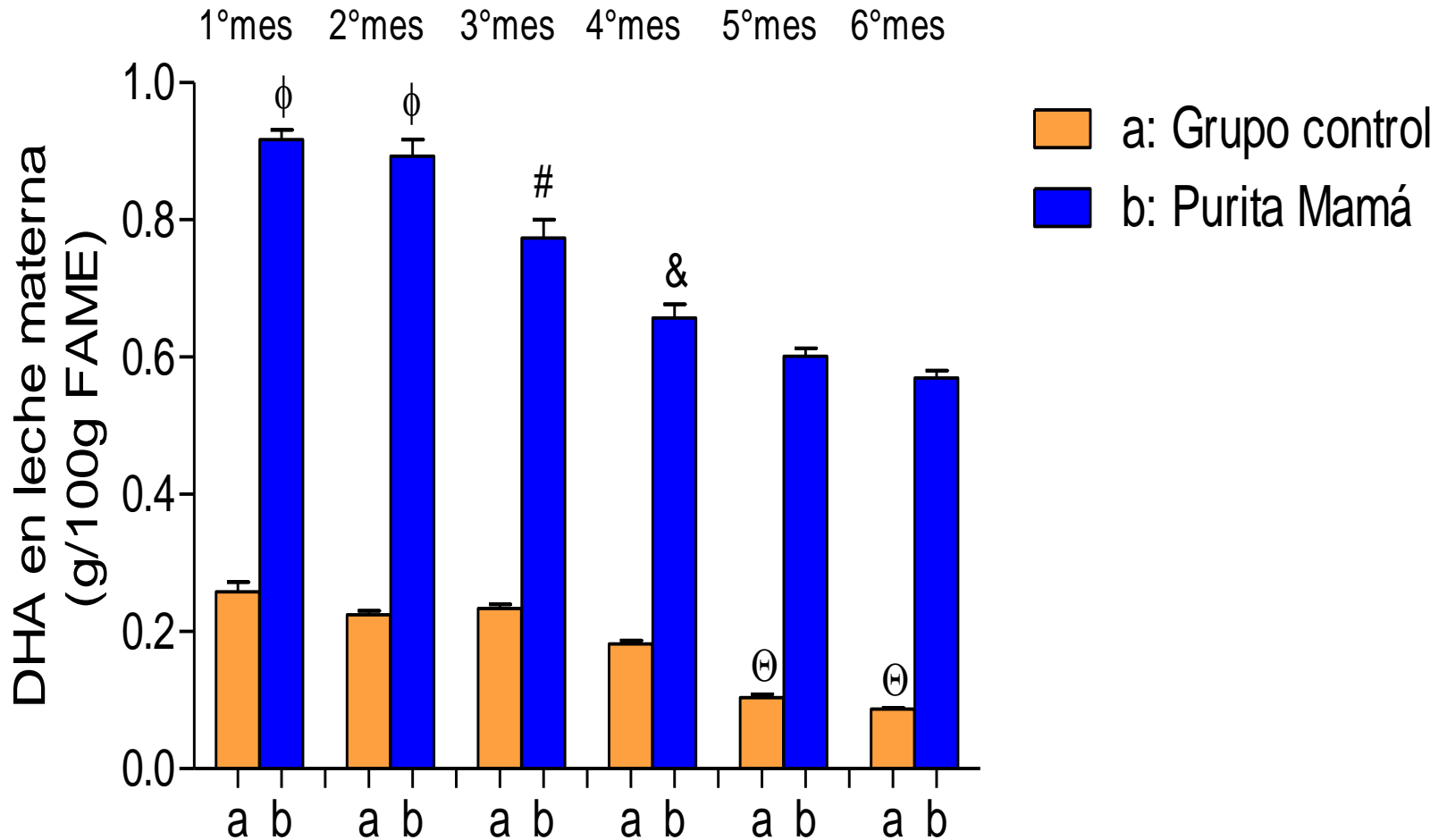
Si en controles evoluciona a estado nutricional normal

Se mantienen 3 kilo Purita mamá

Datos en Publicación

- Purita mamá aporta entre el 75 y 95 del DHA que consume diariamente una mujer embarazada y nodriza
- Es muy difícil lograr un incremento en la fuente tradicional de DHA(pescado graso y no frito)
- La dieta de las mujeres (embarazadas y nodrizas) tiene un alto contenido de ácido linoleico (C18:2 n-6, AL) y un bajísimo contenido de ácido alfa-linolénico (C18:3 n-3, ALA)
- Sin consumir Purita Mamá los niveles de DHA en leche materna y eritrocitos son muy bajos.
- Solo el consumo de Purita Mamá (una o dos porciones día) permite incrementar los niveles de DHA en leche materna y eritrocitos ($p < 0.05$).

Datos en Publicación



DHA EN TODAS LAS ETAPAS DE VIDA



Beneficios:

Mejora el desarrollo mental y psicomotor

Mejora el CI del recién nacido

Optimiza el período gestacional

Menor depresión post-parto

Embarazo

Investigaciones:

McNamara et al. Docosahexaenoic acid supplementation increases prefrontal cortex activation during sustained attention in healthy boys: a placebo-controlled, dose-ranging, functional magnetic resonance imaging study. Am J Clin Nutr. 2010;91:1060-7.

Conclusión: Mejor desarrollo cerebral

Courville et al. Consumption of a DHA-containing functional food during pregnancy is associated with lower infant ponderal index and cord plasma insulin concentration. Br J Nutr. 2011;106:208-12.

Conclusión: Mejor tolerancia a la insulina y menores riesgos metabólicos

Colombo J et al. Maternal DHA and the development of attention in infancy and toddlerhood. Child Dev. 2004 ;75:1254-67.

Conclusión: los niveles de DHA de la madre, tienen una directa relación con el desarrollo cerebral de su hijo

DHA EN TODAS LAS ETAPAS DE VIDA



Beneficios:

Mejora el desarrollo mental y psicomotor

Mejora la capacidad de resolución de problemas

Mejora las capacidades cognitivas

Mejora el score Peabody, un predictor de éxito escolar

Lactancia y niños

Investigaciones:

Ryan A and Nelson E. Assessing the effect of docosahexaenoic acid on cognitive functions in healthy, preschool children: a randomized, placebo-controlled, double-blind study. Clin Pediatr (Phila). 2008;47:355-62.

Conclusión: Mejor capacidad de aprendizaje en niños pre-escolares

Milte et al. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids, cognition, and behavior in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized controlled trial. Nutrition. 2012;28:670-7.

Conclusión: los AGPICL omega-3, y especialmente el DHA favorecen una mejor conducta y rendimiento

Yui K et al. Effects of large doses of arachidonic acid added to docosahexaenoic acid on social impairment in individuals with autism spectrum disorders: a double-blind, placebo-controlled, randomized trial. J Clin Psychopharmacol. 2012;32:200-6.

Conclusión: Mejor capacidad de sociabilización, y una asociación directa del DHA en el efecto

DHA EN TODAS LAS ETAPAS DE VIDA



Beneficios:

**Promueve beneficios
cardiovasculares**

↓ **Triglicéridos**

↑ **Colesterol-HDL**

↓ **LDL aterogénicas**

↓ **Presión arterial**

**Protege la salud y
función visual**

Jóvenes y adultos

Investigaciones:

Nozue T et al. Low serum docosahexaenoic acid is associated with progression of coronary atherosclerosis in statin-treated patients with diabetes mellitus: results of the treatment with statin on atheroma regression evaluated by intravascular ultrasound with virtual histology (TRUTH) study. Cardiovasc Diabetol. 2014;13:13.

Conclusión: Bajos niveles de DHA en sangre se asocian a mayor riesgo cardiovascular

Singhal et al. Docosahexaenoic acid supplementation, vascular function and risk factors for cardiovascular disease: a randomized controlled trial in young adults. J Am Heart Assoc. 2013;2:e000283.

Conclusión: Reducción de los triglicéridos plasmáticos

Stonehouse et al. DHA supplementation improved both memory and reaction time in healthy young adults: a randomized controlled trial. Am J Clin Nutr. 2013;97:1134-43.

Conclusión: Mejoría significativa en la memoria y tiempo de reacción en sujetos jóvenes

DHA EN TODAS LAS ETAPAS DE VIDA



Beneficios:

El aumento de la concentración tisular de DHA se correlaciona con:

Menor riesgo de demencia (47%)

Menor riesgo de desarrollo de Alzheimer

↓ De placas amiloideas

↓ De ovillos de proteínas tau

Adultos y Adultos Mayores

Investigaciones:

Pottala et al. Higher RBC EPA + DHA corresponds with larger total brain and hippocampal volumes: WHIMS-MRI study. Neurology. 2014;82:435-42.

Conclusión: Los niveles de DHA en los eritrocitos se asocian directamente con una conservación del volumen cerebral (mujeres post-menopáusicas)

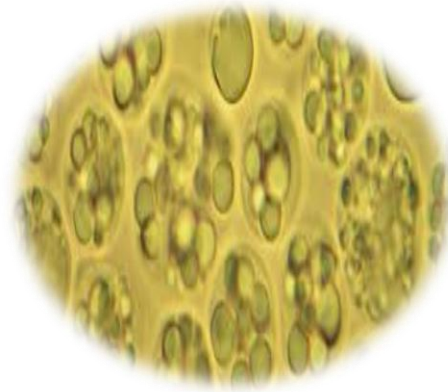
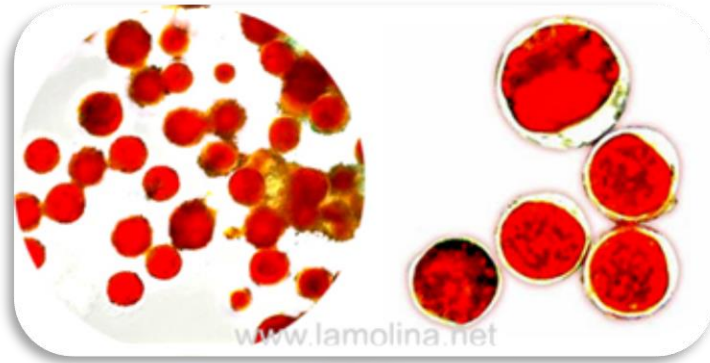
Kotani S, et al. Dietary supplementation of arachidonic and docosahexaenoic acids improves cognitive dysfunction. Neurosci Res. 2006;56:159-64.

Conclusión: Mejoría de las capacidades cognitivas en ancianos

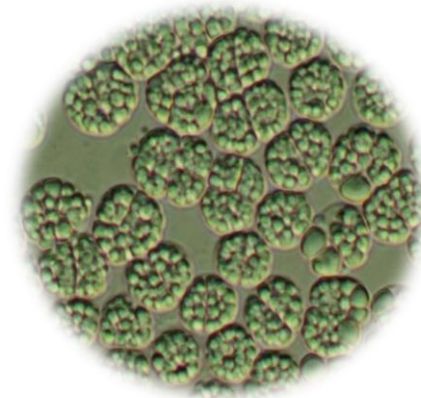
Schaefer EJ et al. Plasma phosphatidylcholine docosahexaenoic acid content and risk of dementia and Alzheimer disease: the Framingham Heart Study. Arch Neurol. 2006;63:1545-50.

Conclusión: elevados niveles de DHA en sangre, pueden disminuir hasta en un 47% el riesgo de desarrollar enfermedad de Alzheimer

Micro-algas productoras de DHA

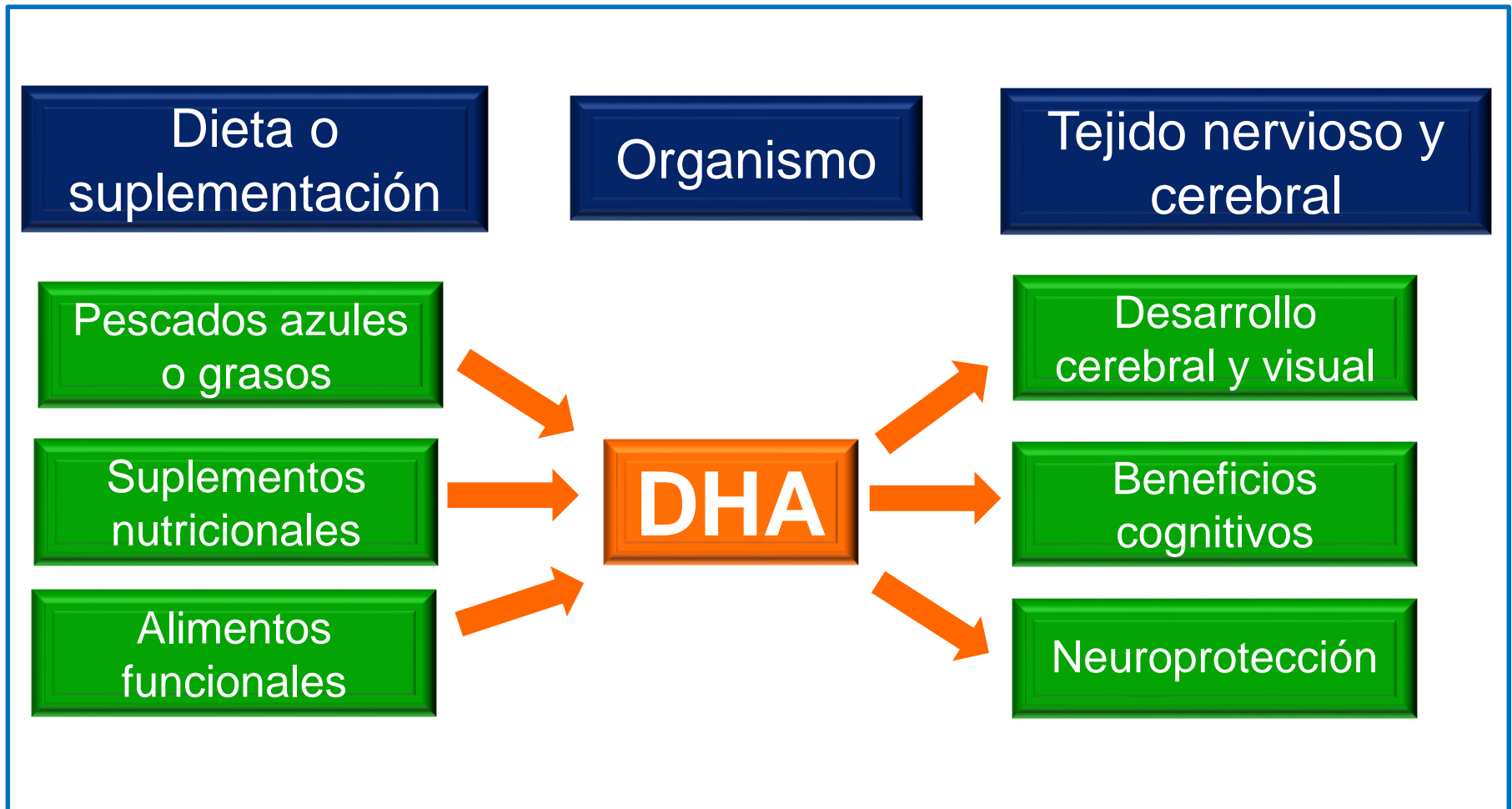


Cryptothecodinium



Schizochytrium

Formas posibles de incorporar DHA al organismo y beneficios a nivel cerebral



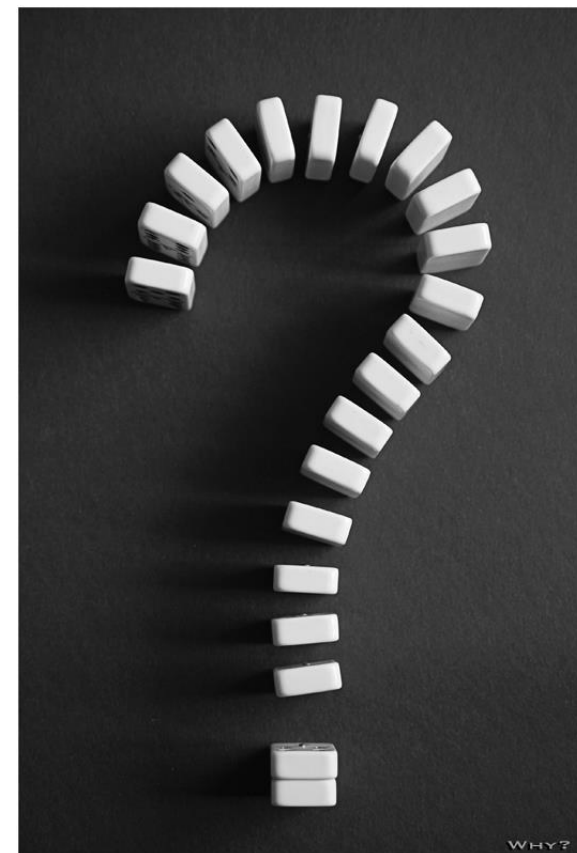
Hechos

- ❑ Las mujeres embarazadas y en lactancia tienen frecuentemente una ingesta inadecuada de AGPI (varios estudios de ingesta)
- ❑ Los bebés que consumen DHA durante la última parte del embarazo y la lactancia muestran CI y funciones mentales mejoradas (varios autores)
- ❑ La productividad económica se correlaciona con el CI y la nutrición durante la infancia temprana (varios autores)



Supuestos (o especulaciones)

- ❑ Un mínimo de 1 punto de CI se gana a través de un programa que provee DHA
- ❑ La relación económica entre el aumento del CI y la productividad económica es lineal
- ❑ El ingreso promedio de un país es de USD10,000 per cápita por año
- ❑ El costo en DHA por beneficiario es de USD 30
- ❑ Los costos del DHA están agregados a un programa existente
- ❑ Vida Activa = 30 años
- ❑ Tasa de Interés = 4% por año



Supuestos (o especulaciones)

- ❑ 1% ingreso extra = USD100/año
- ❑ Valor Futuro de USD100/año @ 4% de interés sobre 30 años = **USD5,608**
- ❑ Tasa de retorno: **187** veces la inversión



HACIA DONDE VAMOS:

- **Incrementar el consumo de DHA en la población Desarrollar un marco regulatorio que permita formular alimentos con n-3(EPA+DHA) en toda América Latina**
- **Continuar desarrollando alimentos con DHA**
- **Uso de nuevas tecnologías (micro y nano-encapsulación)**
- **No confundir alimentos “con DHA” con nutraceúticos o suplementos nutricionales**
- **Educación a los consumidores respecto al tema**
- **Control respecto a la publicidad engañosa**

Grasas y Aceites en la Nutrición Humana

Dr. Rodrigo Valenzuela B.
rvalenzuelab@med.uchile.cl



Rodrigo Valenzuela B.
Lipids in Food & Nutrition