

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
DEPARTAMENTO DE SANIDAD, NUTRICIÓN BROMATOLOGÍA Y TOXICOLOGÍA
CÁTEDRA DE BROMATOLOGÍA

DISEÑO, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE
ALIMENTOS QUE CUBRAN LAS NECESIDADES DE
VITAMINAS A, D, E Y ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES
EN INDIVIDUOS DE TERCERA EDAD

Autor:

BIOQUIMICO NÉSTOR R. PELLEGRINO

Directora de Tesis:

PROF. DRA. MARÍA LUZ PITA MARTÍN DE PORTELA

Tesis presentada para optar al título de
DOCTOR DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

2014

A Silvia

Por tu paciencia, por estar a mi lado

y, por supuesto a Valentín,

hermoso hijito que llena de alegría nuestras vidas.

Son ustedes mi principal motivación,

la razón de esforzarme cada día por nuestro presente y futuro.

Agradecimientos

Una vez finalizado el proceso de escritura de esta Tesis Doctoral llega el momento de detenerse un instante y mirar hacia atrás, pensar cómo he llegado hasta aquí, y dar las gracias a todas las personas que han hecho posible, de una manera u otra, haber logrado culminar este importante objetivo.

Una tesis doctoral es un trabajo no sólo fruto del esfuerzo personal de quien se propone realizarla ya que necesita de la ayuda de muchas personas, tanto en lo profesional como en lo personal.

Con estas palabras quisiera mostrar mi agradecimiento a todas ellas pues este trabajo no se habría convertido en una realidad sin la ayuda, apoyo y comprensión de quienes en mayor o menor medida, directa o indirectamente, han colaborado en la realización del mismo.

En primer lugar quiero destacar a dos personas a las que les debo mi mayor agradecimiento, la Dra. María Luz Pita Martín de Portela, directora de esta tesis doctoral, ya que sin su orientación y apoyo no hubiera sido posible llevarla a cabo.

Como trabajadora infatigable que es confió en mí, me prestó su apoyo personal y no escatimó esfuerzo ni tiempo en ayudar, colaborar y prestigiar con su saber lo que hemos ido desarrollando; sin sus observaciones en muchas ocasiones hubiera estado perdido.

Compartir con ella este trabajo me posibilitó descubrir la generosidad, el esfuerzo, la dedicación y la ayuda sin límites. Por todo esto muchas gracias.

La otra persona decisiva en la realización de esta tesis es mi compañera de ruta, María Silvia Giacomino, con quien compartimos el más preciado tesoro, el pequeño Valentín pero, además, dedicó muchísimas horas a las tareas analíticas, principalmente en el ámbito de su experticia: el análisis de ácidos grasos por cromatografía gaseosa. Ella me animó durante años para que no cesara en mis esfuerzos.

En segundo lugar mi agradecimiento es para las personas que me han ayudado y alentado a la hora de elaborar esta tesis; de entre todas quiero hacer especial mención por su significativo apoyo a las siguientes:

A la Dra. Patricia Ronayne de Ferrer, profesora titular de la Cátedra de Bromatología quien alentó desde un principio la realización de mi trabajo de tesis y ha puesto sus recursos a mi disposición cuando así lo solicité.

María Cecilia Mambrín, Técnica de bioterio y amiga incondicional quien me asistió y asesoró en la realización de todos los ensayos biológicos.

A mis compañeros Hernán Dupraz y Viviana Rodríguez por asistirme en la determinación por cromatografía líquida de alta performance de vitaminas, tanto en budines como en suero.

A la Dra. Susana Zeni -Sección Osteopatías Médicas, Hospital de Clínicas- por su colaboración en la determinación de 25 OH D.

Al centro de Cereales y Oleaginosas de INTI sede 9 de Julio por su colaboración en la producción de los budines elaborados en las diferentes etapas de esta tesis.

En particular a Verónica Ferreyra quien colaboró con el diseño y elaboración de las formulaciones propuestas y Ana V. Curia por su invaluable ayuda en el diseño y realización de los ensayos de evaluación sensorial.

A Juan Pablo Cesio, gran amigo y excelente corrector literario. Con su saber hizo posible la escritura de un texto con la corrección y cuidado de las formas necesarios además de instruirme en el uso de numerosas herramientas de redacción tales como las versalitas.

A las secretarías de las Cátedras de Bromatología y Nutrición por la asistencia brindada en el proceso de impresión.

A todos mis compañeros en general

*El experimentador que no sabe lo que está buscando
no comprenderá lo que encuentra.*

Claude Bernard (1813-1878)
Fisiólogo francés

*La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y,
por regla general, pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos*

Albert Einstein (1879-1955)
Científico alemán

Abreviaturas

25-OH-vitamina D: 25-hidroxi-vitamina D

A: Azúcar

AA: ácido araquidónico

AADYN: Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas

AAI: amino ácidos indispensables

ADA. American Dietetic Association

AF: actividad física

AG: ácidos grasos

AGE: ácidos grasos esenciales (tabla 2)

AGM: ácidos grasos monoinsaturados

AGP: ácidos grasos poliinsaturados

AGS: ácidos grasos saturados

AI: Adequate Intake

AM: Aceite de maíz

AO: Aceite de oliva

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

ARGENFOODS: Capítulo Argentino de Latinfoods

C%: contenido porcentual de cenizas

CAA: Código Alimentario Argentino

CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

CEPAL/CELADE Comisión económica para América Latina y el Caribe

CESNI: Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil

CS: Chemical Score

D: Digestibilidad proteica

DHA: ácido docosahexaenoico

DRI: Dietary Reference Intakes

EAR Estimated Average Requirement

EE.UU. Estados Unidos de América

EFD: Equivalente de folato

EN: Equivalente de Niacina

ENNyS: Encuesta Nacional de Nutrición y Salud

EAR: Equivalentes de actividad de retinol
ER: Equivalentes de retinol
ETA: efecto térmico de los alimentos
EURONUT: Concerted Action on nutrition and health in the European Community
FAO/WHO: Food Agricultural Organization/ World Health Organization
FAO: Food Agricultural Organization
FDT%: fibra dietaria total
FNB: Food & Nutrition Board
FOSHU: Foods for Specified Health Use
G%: porcentaje porcentual de grasa
G+vit A: grupo con vitamina A
G+vit D: grupo con vitamina
G+vit E: grupo con vitamina E
GET: gasto energético total
G-vit A: grupo libre de vitamina A
G-vit D: grupo libre de vitamina D
G-vit E: grupo deficiente en vitamina E
H%: contenido porcentual de humedad
HLSD: Harina de lino semi-desengrasada
HPLC: High Pressure Liquid Chromatography
HSSD: Harina de soja semi desgrasada
HSSD: Harina de soja semi-desengrasada.
HT: Harina de trigo
IA: Ingesta Adecuada
IDR: Ingesta Diaria Recomendada
IGF-1: *insulín-like growth factor*
IA: Ingesta Adecuada
IMC: Índice de masa muscular
IMT: Ingesta máxima tolerable
INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo
INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial
IOM: Institute of Medicine, EE.UU
IPE: Ingesta promedio estimada
IR: Ingesta Recomendada de Nutrientes

Kcal: Kilo caloría
KJ: Kilo Joule
LATINFOODS (Red Latinoamericana de Composición de Alimentos)
LP: libre de proteínas
M: Manteca
MB: metabolismo basal
MNA: Mini Nutritional Assessment
N: Nitrógeno
NAS: National Academy of Sciences of EE.UU
NBI: necesidades básicas insatisfechas
NOA: Noroeste Argentino
NRC : National Research Council, EE.UU.
OA: Ovoalbúmina
OMS: Organización Mundial de la Salud
ONU: Naciones Unidas
P: peso corporal
P%: contenido porcentual de proteína
PAL: Physical activity level
PEA: Población económicamente activa
QDA: Quantitative Descriptive Analysis
RAE: Retinol Activity Equivalents: Equivalentes de Actividad de Retinol
RDA: Recommended Dietary Allowance
RIA: Radio Immuno Assay
RNPR: relación proteica neta relativa
RPN: Relación proteica neta
SENECA: Survey in Europe on Nutrition and the Elderly: A Concerted Action
UE: Unión Europea
UI: unidad internacional
UL: Tolerable upper intake level
UNU: United Nations University
UPN: Utilización Proteica Neta.
USA: United States of America
VB: Valor Biológico
VN: Valor Nutritivo

INDICE

	Página
1. Introducción	
Población y transición demográfica	1
El comienzo de la tercera edad	6
Situación en América Latina y Argentina	13
Envejecimiento de la población económicamente activa (PEA) en la Argentina y Contracción de la Fuerza Laboral	16
Definiciones de índices poblacionales	17
Cambios corporales durante el envejecimiento	19
Cambios fisiológicos en el envejecimiento	20
Cambios en la función gastrointestinal	22
Cambios hormonales	23
Disminución de la masa ósea	23
Sistema nervioso	24
Cambios sensoriales	24
Problemas nutricionales más frecuentes en la tercera edad	25
Deshidratación	26
Pérdida de la movilidad y la autonomía	27
Disminución de las funciones cognitivas	28
Patologías gástricas y vitamina B12	29
Sistema inmune	29
Visión	29
Estudios epidemiológicos referidos a la desnutrición en adultos mayores	30
Ingestas Recomendadas de nutrientes en tercera edad	31
Conceptos y definiciones según los documentos internacionales	31
Métodos generales para estimar las ingestas recomendadas de nutrientes	33
Necesidades de Energía	34
Ingestas recomendadas de proteínas	35
Recomendaciones sobre el consumo de lípidos	36
Recomendaciones sobre ingesta de AG esenciales	37
Recomendaciones para la ingestión de fibras	37
Vitaminas	38
Vitaminas hidrosolubles	38
Vitaminas B1, B2 y niacina	39
Equivalente de folato	39
Vitaminas lipolubles	40
Problemas nutricionales prevalentes en Argentina	40
Estrategias para la corrección de los problemas nutricionales prevalentes en tercera edad	45

	Página
Diseño de alimentos especiales: alimentos funcionales	47
Necesidad del diseño de alimentos para tercera edad	48
2. Objetivos	51
Objetivo general	51
Objetivos particulares	51
3. Materiales y métodos	53
Materias primas utilizadas en la elaboración de los productos desarrollados	53
Diseño de una mezcla de vitaminas para agregar a los ingredientes y/o productos	53
Elaboración	54
Metodología	56
Preparación de las muestras	56
Reactivos	56
Determinación de la composición centesimal	57
Humedad	57
Proteínas	57
Cenizas	57
Materia grasa	57
Fibra dietaria total	57
Carbohidratos	58
Perfil de ácidos grasos	58
Ensayos biológicos	58
Pruebas de eficiencia biológica mediante modelos experimentales en ratas	58
Alimentación	61
Dietas	62
Evaluación de la calidad proteica	63
Modelo experimental para la evaluación de vitaminas	65
Modelo experimental para la evaluación del perfil lipídico	69
Evaluación sensorial	71
Análisis Descriptivo cuantitativo	71
Aceptabilidad sensorial	72
Análisis estadístico	72
4. Diseño y composición	73
Diseño de la formulación	73
Elección y caracterización de las materias primas para utilizar	75
Cálculo de ingredientes para budín	77

	Página
Lípidos	77
Proteínas	82
Discusión	85
Energía	85
Proteínas	87
Lípidos	88
Fibra	89
Conclusiones	90
5. Vitaminas	91
Evaluación de la eficiencia biológica de la fortificación con vitaminas A, E y D del alimento diseñado	91
Resultados	93
Desarrollo del modelo experimental	93
Experiencia con budines	95
Ensayo biológico con vitamina A	98
Ensayo biológico con vitamina E	99
Ensayo biológico con vitamina D	99
Discusión	100
Vitamina A	100
Vitamina E	101
Vitamina D	102
Conclusiones	103
6. Lípidos	104
Efecto sobre la composición en ácidos grasos en diferentes tejidos	104
Resultados	106
Discusión	111
Perfil de ácidos grasos plasmáticos	111
Perfil de lípidos en tejido graso	113
Perfil de lípidos en membrana de eritrocito	114
Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga y eicosanoides	114
Eicosanoides y enfermedades degenerativas	117
Conclusiones	119
7. Proteínas	120
Evaluación de la calidad proteica	120
Cálculo de la calidad proteica a partir del perfil de aminoácidos indispensables (aai)	122

	Página
Cálculo de pdcaas	124
Evaluación de la calidad de la proteína mediante ensayos biológicos	126
Relación Proteica Neta (rpn)	126
Utilización proteica neta (upn)	126
Digestibilidad	129
Conclusiones	131
8. Análisis sensorial	132
Introducción	132
Pruebas objetivas	132
Pruebas hedónicas	134
Escalas hedónicas	134
Resultados	136
Análisis descriptivo	136
Metodología sensorial para consumidores	141
Resultados	143
Panel entrenado	143
Panel de consumidores	148
Discusión	150
Ensayo realizado con el panel entrenado	150
Ensayo realizado con consumidores	151
Conclusiones	152
Conclusiones generales	153
9. Anexos	154
10. Bibliografía	160
11. Resumen	175
12. Difusión parcial de los resultados presentados en esta tesis	178

1. Introducción

1. Introducción

Población y transición demográfica

El envejecimiento de la población es un proceso sin precedentes ni paralelo en la historia de la humanidad, y los temas demográficos son motivo de debate en la sociedad actual.

El alto crecimiento de la población en décadas pasadas llevó a considerar que se vivía una *explosión demográfica*, fundamentalmente, en los países en desarrollo. Sin embargo, a fines del siglo pasado e inicios del actual, la baja de la tasa de crecimiento, producto en gran parte a la masiva difusión de medios para controlar los nacimientos y al emergente envejecimiento de la población, fue vista por muchos como una amenaza. La imagen de un mundo envejecido y de una *implosión demográfica* se acentúa, probablemente, por el costo que significa para la seguridad social, que ya afecta a los países desarrollados, principalmente de Europa.

La tendencia demográfica experimentada, a partir de mediados del siglo XVIII, por los países hoy desarrollados, estuvo ligada a las transformaciones económicas vinculadas a la industrialización y a los cambios en las condiciones de vida de la población. Este proceso, denominado *transición demográfica*, se caracterizó, primero, por el pasaje de altos niveles de mortalidad a bajos, y, posteriormente y de igual manera, el descenso de los niveles de fecundidad, para así llegar a una nueva fase con bajos niveles en ambas variables.

En la etapa pretransicional, de mortalidad y fecundidad altas, las tasas de crecimiento de la población fueron relativamente bajas y, en una segunda fase, ocurrió un aumento de ellas por efecto de la disminución de la mortalidad y la permanencia de una alta fecundidad. Luego se produce una caída más pronunciada de la fecundidad y, como consecuencia, una reducción en la tasa de crecimiento de la población. Finalmente, se llega a un nuevo equilibrio, ahora con mortalidad y fecundidad bajas, y también con una baja tasa de crecimiento de la población (Chackiel J, 2004).

El “envejecimiento de la población” se refiere a un cambio en la estructura por edades, de una numerosa población infanto-juvenil y una escasa población de edad madura y longeva, a una nueva distribución, propia de la segunda transición demográfica o de la denominada “revolución reproductiva”, en la que, básicamente, crecen los grupos de edades maduras y longevas, y se mantienen o disminuyen los grupos de menor edad. Esto es consecuencia directa de cambios socioeconómicos que permiten una mayor supervivencia generacional, debido a mejoras nutricionales, higiénico-sanitarias, atenciones y cuidados de la salud, con un mejoramiento general de la calidad de vida.

El aumento de la esperanza de vida ha crecido en numerosos países de forma significativa, lo que produce, por primera vez en la historia humana, una abundancia de población madura y longeva, consecuencia del éxito de las políticas de salud pública y del desarrollo socioeconómico.

El “envejecimiento demográfico” consiste en un cambio en la estructura por edades o, en otras palabras, en el mayor o menor peso de unas edades respecto a otras en el conjunto de la población. Generalmente, se traduce en un aumento del porcentaje de personas de edad avanzada, aunque resulta más correcto utilizar como indicador el aumento del promedio de edad. La población envejece cuando aumenta el porcentaje de las personas de edad (60 años y más) y disminuye el porcentaje de niños y adolescentes (menores de 15 años). Para 2050, por primera vez en la historia de la humanidad, la cantidad de personas “de edad” en el mundo superará a la cantidad de jóvenes. Esta inversión histórica de los porcentajes relativos de jóvenes y ancianos ya se produjo en 1998 en las regiones más desarrolladas (Naciones Unidas, 2002).

Este fenómeno tiene importantes consecuencias y ramificaciones en todas las facetas de la vida humana, e incide directamente en el crecimiento económico, en el ahorro, en las inversiones, en el consumo, en los mercados de trabajo, en las pensiones, en la tributación y en las transferencias intergeneracionales. En lo social, influye en las condiciones de vida y en la composición de la familia, en la demanda de vivienda, en las tendencias de la migración, en la epidemiología y en los servicios de atención de la salud.

De acuerdo a las previsiones demográficas mundiales realizadas por las Naciones Unidas (ONU) en 2006, la población mundial seguramente aumentará un 37 % en los próximos años y pasará a 9.200 millones en 2050. Este aumento porcentual equivale al total de población que había en el mundo en 1950 y corresponderá, sobre todo, a las regiones menos desarrolladas, cuya población se prevé que aumentará a 7.900 millones en 2050. (Naciones Unidas, 2007).

Como consecuencia de la disminución de la fecundidad y del aumento de la longevidad, las poblaciones de un número cada vez mayor de países están envejeciendo rápidamente. Entre 2005 y 2050, la mitad del aumento de la población mundial se deberá al aumento de la población de 60 o más años, mientras que el número de niños (personas de menos de 15 años) sufrirá una ligera disminución. Por otra parte, en las regiones más desarrolladas, se prevé la casi duplicación de la población de 60 años o más, mientras que la de menos de 60 años seguramente descenderá. Debido a la tasa baja —y en disminución— del crecimiento demográfico en los países desarrollados, se prevé que, en general, la población de esos países no varíe prácticamente entre 2007 y 2050. Por el contrario, la población de los 50 países menos adelantados, seguramente aumentará hasta más que duplicarse en 2050.

El crecimiento demográfico futuro dependerá en gran medida de la evolución de las tasas de fecundidad. Según la variante media, la fecundidad en el mundo descenderá de los 2,55 hijos por mujer de hoy a poco más de 2 hijos por mujer en 2050. Si la fecundidad permaneciera aproximadamente en medio hijo por encima de los niveles proyectados en la variante media, la población mundial ascendería a 10.800 millones de habitantes para 2050.

En las regiones más desarrolladas, el 20% de la población ya tiene 60 años de edad o más, y se prevé que esa proporción alcanzará el 33% en 2050.

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD AMPLIOS A NIVEL MUNDIAL, POR PRINCIPALES GRUPOS DE DESARROLLO Y ZONAS, EN 2005 Y 2050, SEGÚN LA VARIANTE MEDIA, 2005-2050 *

Rango de edades	Distribución en 2005				Distribución en 2050			
	0-14	15-59	60+	80+	0-14	15-59	60+	80+
Zonas principales								
Mundo	28,3	61,4	10,3	1,3	19,8	58,3	21,8	4,4
Regiones más desarrolladas	17,0	62,9	20,1	3,7	15,2	52,2	32,6	9,4
Regiones menos desarrolladas	30,9	61,0	8,1	0,8	20,6	59,3	20,1	3,6
Países menos adelantados	41,5	53,4	5,1	0,4	28,2	61,5	10,3	1,1
Otros países menos desarrollados	29,1	62,3	8,6	0,9	18,4	58,7	22,9	4,3
África	41,4	53,4	5,2	0,4	28,0	61,7	10,4	1,1
América del Norte	20,5	62,7	16,7	3,5	17,1	55,6	27,3	7,8
América Latina y el Caribe	29,8	61,2	9,0	1,2	18,0	57,8	24,3	5,2
Asia	28,0	62,7	9,2	1,0	18,0	58,3	23,7	4,5
Europa	15,9	63,5	20,6	3,5	14,6	50,9	34,5	9,6
Oceanía	24,9	61,0	14,1	2,6	18,4	56,9	24,8	6,8

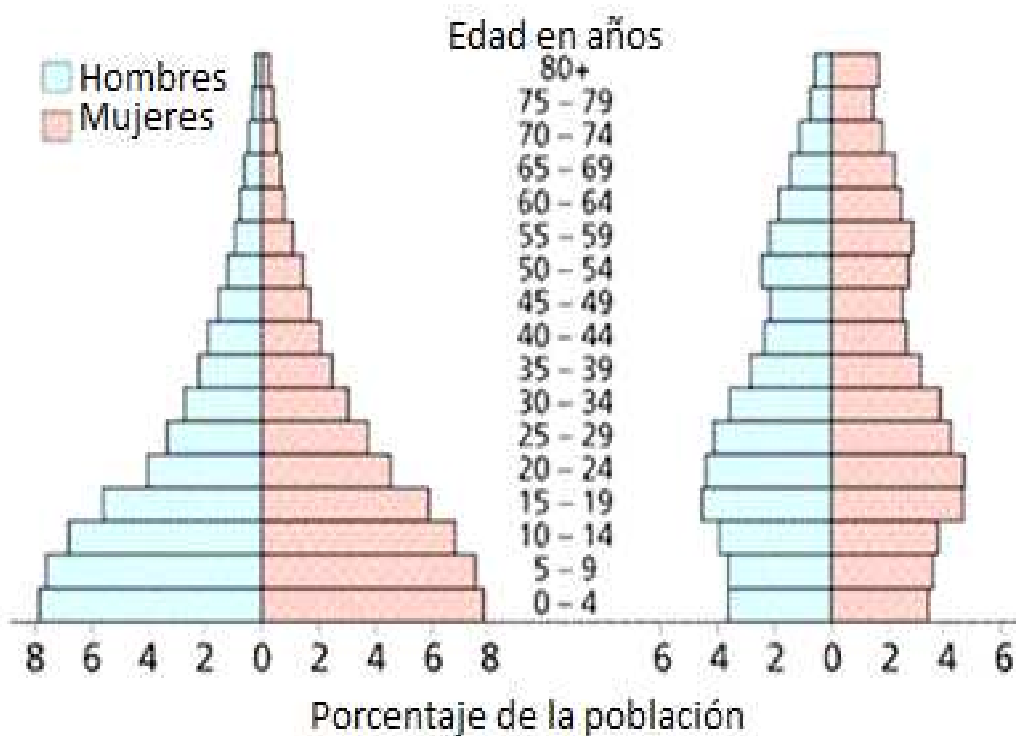
* División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas (2007) *World Population Prospects: The 2006 Revision*. Naciones Unidas, Nueva York, 2007

A nivel mundial, se prevé que el número de personas de 60 años o más aumente casi el triple, para pasar de 673 millones en 2005 a 2.000 millones en 2050.

Una característica de las poblaciones que envejecen es que el número de personas mayores aumenta más rápido cuanto más alto es el grupo de edad examinado. Por lo tanto, si se prevé que el número de personas de 60 años o más aumente el triple, también se prevé que el de las personas de 80 años o más se multiplique por más de cinco. Desde 1950, la proporción de personas de edad ha estado aumentando regularmente: pasó del 8 % en 1950 al 11 % en 2007, y se calcula que llegará al 22 % en 2050. La población de personas de edad, a su vez, también está envejeciendo: entre las personas de más de 60 años, la fracción que crece más rápidamente es la de los mayores de 80 años, que aumenta una tasa anual de 3,9 %. En la actualidad, una de cada ocho personas de edad tiene más de 80 años y se calcula que, hacia 2050, la proporción será de cerca de dos personas de más de 80 años por cada diez personas de edad.

Por lo tanto, la edad mediana, es decir, la que divide a la población en dos mitades de igual tamaño, es un indicador del envejecimiento de la población. A nivel mundial, se prevé que la edad mediana aumente de 28 a 38 años entre 2005 y 2050. En forma gráfica, podemos observar estos cambios mediante el uso de pirámides poblacionales (figura 1), que consisten en un histograma doble en el que se representa a la población masculina a la derecha, y a la izquierda, a la población femenina. En el eje de las abscisas, se representa el número de la población, normalmente en porcentajes, y en el eje de ordenadas, las edades. Habitualmente, muestran una amplia base debido al gran número de nacimientos, y se estrechan a medida que asciende la edad, debido a la mortalidad creciente y acumulativa.

FIGURA 1: PIRÁMIDES POBLACIONALES



En la figura de la página siguiente podemos observar la distribución poblacional desde 1950 junto a las proyecciones para 2050, tanto a nivel mundial como para Estados Unidos y China (United Nations, 2012).

FIGURA 2: DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL A NIVEL GLOBAL, EN EE.UU. Y CHINA. PROYECCIONES PARA 2050



<http://populationpyramid.net/>

Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2011).

World Population Prospects: The 2010 Revision

El comienzo de la tercera edad

La primera dificultad, al abordar el tema, se presenta en la elección de un vocablo que sirva como distintivo de grupo; la segunda, se presenta al intentar definirlo.

La pregunta que se impone es: ¿cuándo se es anciano?

El envejecimiento es un proceso fisiológico que incluye cambios orgánicos y psicológicos; es un deterioro progresivo, que se produce a lo largo del tiempo, de la estructura y la función celular.

El envejecimiento no es algo que esté delimitado, ni biológica, ni psicológicamente, sino que se trata de una convención social aceptada por las distintas culturas.

En opinión de Lerh U (1983), el “envejecimiento psicológico”, entendido como el comportamiento y las vivencias de la vejez, está determinado solo en una pequeña parte por aspectos biológicos; es decir, por el estado de salud; en cambio, está ampliamente fijado por factores ambientales, sociales y ecológicos.

A principios del siglo XIX, se era viejo a los 40 años, mientras que hoy, la edad a partir de la cual se considera mayor a una persona es difícil de determinar taxativamente.

En nuestra cultura, la mayoría de los investigadores que han realizado estudios con grupos de personas mayores consideran que los 65 años es un indicador adecuado para señalar el inicio de la vejez, puesto que esta edad se ha asociado tradicionalmente al momento en que las personas dejan su actividad laboral para pasar a formar parte de la categoría de jubilados.

Hay investigadores que han documentado que, cuando a los participantes se les pregunta por la media de edad en la que se empieza a ser viejo, las respuestas difieren según la edad del encuestado, de forma tal que el comienzo de la vejez parece alejarse a medida que aumenta su edad (Sánchez Palacios C, 2004).

Otras investigaciones se han centrado en la definición que hacen los sujetos según la categoría de edad y se ha encontrado que la mayor parte de las personas consideran que se es joven entre los 18 y los 35 años. A partir de allí, estaría la edad media, y, desde los 65 años, comenzaría la vejez (Zepellin H, 1986).

Según Secombe K (1991), la mayoría de las personas de 30 años pensaba que se empezaba a ser viejo a los 65 años, mientras que muchos de los participantes de esta edad opinaban que la vejez comenzaba a los 75 de manera tal que las señales del envejecimiento en las personas son más evidentes para observadores externos que para el propio individuo.

Al tratarse de un proceso gradual, las variaciones que se producen con el tiempo, aunque constantes, son pequeñas. Es posible afirmar que un individuo, en cualquier tipo de sociedad, se sabe viejo, en primer lugar, a través de los otros, siendo él mismo reticente a identificarse como tal.

Para la ONU y la Organización Mundial de la Salud (OMS), la vejez se inicia a los 60 años, criterio cronológico establecido por la mayoría de los países de la región en sus respectivas legislaciones; una frontera que ha variado más en los últimos tiempos que en toda la historia occidental.

La definición cronológica de la edad es un asunto sociocultural. Cada sociedad establece el límite a partir del cual una persona se considera mayor o de edad avanzada; aunque, sin excepciones, la frontera entre la etapa adulta y la vejez está muy relacionada con la edad fisiológica. En general, la edad establecida se correlaciona con la pérdida de ciertas capacidades instrumentales y funcionales para mantener la autonomía y la independencia; lo que, si bien es un asunto individual, tiene relación directa con las definiciones normativas que la cultura otorga a los cambios ocurridos en el cuerpo, es decir, con la edad social.

En este contexto, la vejez puede ser tanto una etapa de pérdidas como de plenitud. Todo depende de la combinación de recursos y de la estructura de oportunidades individuales y generacionales a la que están expuestas las personas en el transcurso de su vida, de acuerdo a su condición y posición en el interior de la sociedad. Esto remite a la conjugación de la edad con otras diferencias sociales —tales como el género, la clase social o el origen étnico— que condicionan el acceso y el disfrute de esos recursos y oportunidades.

La edad de la vejez puede ser conceptualizada, al menos, en base a tres sentidos diferentes: cronológico, fisiológico y social.

La “edad cronológica” o de calendario es esencialmente biológica y se manifiesta en niveles de trastorno funcional. Se refiere a la edad en años. Según este criterio, la vejez se define a partir de los 60 o los 65 años y, a menudo, es fijada por ley bajo denominaciones como “adulto mayor” o “persona adulta mayor”. Desde esta perspectiva, el envejecimiento lleva consigo cambios en la posición del sujeto en la sociedad, debido a que muchas responsabilidades y privilegios —sobre todo aquellos asociados al empleo— dependen de la edad cronológica.

La “edad fisiológica” se refiere al proceso de envejecimiento físico que, aunque vinculado con la edad cronológica, no puede interpretarse simplemente como la edad expresada en años. Se relaciona más bien con la pérdida de las capacidades funcionales y con la gradual disminución de la densidad ósea, el tono muscular y la fuerza que se produce con el paso de los años.

Un término asociado a la edad fisiológica es el de “senilidad”, es decir, el proceso que se manifiesta en aquellos sujetos que sufren un nivel de deterioro físico o mental —o ambos— que les impide desarrollar con normalidad su vida íntima y social. Otros términos relacionados son los de “viejos frágiles” —correspondiente a una minoría débil y enfermiza— y los de “viejos jóvenes”, el cual incluye a las personas mayores que, a pesar de la edad cronológica, son vitales, vigorosas y activas.

Por último, la “edad social” alude a las actitudes y conductas que se consideran adecuadas para una determinada edad cronológica. Esto significa que la edad de la vejez —al igual que el género— es una construcción social e histórica que posee el significado que el modelo cultural da a los procesos biológicos que la caracterizan. Se trata de una categoría social con un fundamento biológico, relacionada tanto con las percepciones subjetivas —lo “mayor” que una persona se siente— como con la edad imputada —los años que los demás le atribuyen al sujeto.

Desde este punto de vista, el concepto de vejez, al margen de la relación directa con la edad cronológica o natural de cada persona, está intrínsecamente determinado por el proceso de producción, por ciertas tendencias del consumo y por los ritmos vitales impuestos por cada sociedad.

Una expresión ligada a la edad social es la de “tercera edad”, considerada como una manera amable de referirse a la vejez. Históricamente, este término ha generado la idea de una edad avanzada, pero dentro del marco de la funcionalidad y de la autonomía que permite llevar una vida independiente, llena de satisfacción. El término constituye un estereotipo que se acerca mucho al de la “edad dorada”, que es posterior al retiro de la actividad laboral y que supone que las personas mayores tienen un tiempo de ocio para dedicarlo al placer y a la diversión. Para otros autores, no es más que un eufemismo para disimular la realidad de la vejez, que es considerada un estigma y que se emplea para alejar la idea de la muerte que se le asocia (Huenchuan S, 2010).

En Estados Unidos, las estadísticas censales consideran “ancianos jóvenes” a los comprendidos entre los 65 y los 74 años, y “ancianos viejos” a los que tienen más de 75. Este último grupo aún precisa otra subdivisión, dado el gran número de individuos que incluye, y considera dos subgrupos: uno entre 75 y 85 años, y otro integrado por mayores de 85. En función de esta subdivisión, se introdujo el concepto de “vejez frágil” (*frail elderly*), que se aplica a aquellos ancianos que necesitan algún tipo de ayuda para poder realizar sus actividades diarias. Por lo tanto, se propone que, para

establecer recomendaciones nutricionales a este grupo de población, deberían establecerse otras categorías relacionadas con su estado de salud como son: individuos sanos, pacientes agudos en clínica y “ancianos frágiles”, que viven en casas o residencias especializadas (Ruiz López MD, 2000).

Para establecer los criterios que deban tenerse en cuenta para definir el grupo de vejez frágil, Fried *et al* (2001) definieron el “síndrome clínico de la fragilidad” en un artículo donde ya señalaban que se consideraría su existencia ante la presencia de 3 o más de los siguientes criterios:

- Pérdida de peso no intencionada de más de 5 kg, o el 5% del peso corporal en 1 año.
- Debilidad muscular: fuerza prensora de menos del 20 % del límite de la normalidad, ajustado a sexo y por índice de masa corporal (IMC).
- Cansancio o baja resistencia a pequeños esfuerzos.
- Lentitud de la marcha, tomada como el tiempo en segundos que se tarda en recorrer 4,5 m, mayor al 20 % del límite de la normalidad, ajustado al sexo y a la altura.
- Nivel bajo de actividad física.
- Cálculo del consumo de calorías semanales por debajo del quintil inferior, ajustado por sexo.

Como se mencionó anteriormente, el mundo en que vivimos se encuentra en una transición demográfica tanto en los países desarrollados como en los que se encuentran en vías de desarrollo (Tucker K, 2001). Este fenómeno se traduce en un marcado crecimiento del grupo de personas de 60 años o más en relación a la población global, lo que puede ser traducido como un envejecimiento demográfico.

El envejecimiento de la población podría considerarse un peligro o podría ofrecer nuevas oportunidades para la sociedad. Es un reto para el que debe prepararse la sociedad y, si de hacerlo bien y con antelación, podría suponer una oportunidad para desarrollar la cohesión social entre generaciones. Pero, también podría suponer un riesgo si no se toman en consideración todos los desafíos que requiere el fenómeno del envejecimiento de la población. (Asghar Zaidi, 2008).

Ahondar en este tema nos lleva a encontrar numerosas dificultades. La primera, sutil, pero no menos relevante, consiste en encontrar una acertada definición y segmentación del grupo objeto de estudio.

Es frecuente que la literatura emplee una variada gama de palabras para denominar a este grupo etario, a diferencia de lo que ocurre con otros grupos poblacionales. En la literatura en español, nos encontramos con variados términos tales como anciano, viejo, añoso, vejez, mayores, senectud, tercera edad; lo mismo ocurre en la literatura anglosajona, en la que se los refiere mediante el empleo de vocablos tales como *elderly*, *seniors*, *aged*, *aging*, *elders*, *older adults*, *frail elderly*. El propósito, posiblemente, es tratar de esquivar prejuicios y no causar incomodidad, probablemente debido a que toda esta terminología está asociada a connotaciones negativas.

El diccionario de la Real Academia Española define de la siguiente manera algunas de estas palabras: “**Vejez**: 1. Cualidad de viejo; 2. Edad senil, senectud; 3. Achaques, manías, actitudes propias de la edad de los viejos; 4. Dicho o narración de algo muy sabido y vulgar.”; “**Viejo**: Se dice de la persona de edad. Comúnmente puede entenderse que es vieja la que cumplió 70 años.”; “**Anciano**: Dicho de una persona: de mucha edad.”; “**Tercera edad**: ancianidad (último período de la vida).”; “**Abuelo**: 1. Respecto de una persona, padre o madre de su padre o de su madre, 2. Persona anciana.”

La vejez es un concepto elástico que se define según los tiempos y las circunstancias. Ha sido considerada de manera positiva tanto en las culturas orientales —china o japonesa— como en las tradiciones —árabe y judía—, encontrándose, en el *Antiguo Testamento*, abundantes pruebas de que uno de los principales signos del favor divino era llegar a una edad muy avanzada.

En la Grecia antigua, cuando no se conocía la escritura o no existían sistemas de imprenta, la vejez era sinónimo de sabiduría, de experiencia de vida. El “viejo” era el depositario del saber cultural, de la tradición; el conocedor del pasado.

No obstante, la connotación negativa se arrastra de la tradición greco-romana, en la que la vejez era considerada como una desgracia para el ser humano. Así, la mayoría de los filósofos y escritores de la Antigüedad llegaron al punto de valorar como un privilegio el hecho de morir joven, como una forma de no tener que soportar el declive físico y las enfermedades asociadas a la edad avanzada. En la Grecia clásica, la Roma imperial y durante el Renacimiento, las sociedades giraban en torno a un ideal estético y a una

cultura de desagregación del grupo familiar. La vejez se medía por la pérdida de las cualidades positivas inherentes a la juventud (belleza, fuerza física, agilidad, vitalidad, placer, etc.). Cicerón expuso cuatro connotaciones negativas para considerar la vejez como una desgracia: inactividad, pérdida de fuerza física, privación de placeres y proximidad de la muerte.

El concepto de vejez ha ido cambiando con el tiempo, siendo el medio social el que, en definitiva, crea la imagen de sus viejos, a partir de las normas y de los ideales humanos de cada época (Auxiliares sanitarios para las oposiciones a la Comunidad Autónoma de Las Islas Baleares, 2002).

A lo largo del tiempo, encontramos frases populares que se hacen eco de los estereotipos que dan lugar a esta idea tales como:

- * “La vejez es la peor de las desgracias que pueda afligir a un hombre”. (Ptah– Hotep, visir del faraón Tzezi).
 - * “La vejez es una enfermedad incurable”. (Aristóteles).
 - * “Pocos hay viejos y dichosos”. (Séneca).
 - * “Más que la muerte es de temer la vejez”. (Juvenal).
 - * “La senectud nos traza más arrugas en el espíritu que en el rostro”. (Michael de Montaigne).
 - * “Todos anhelamos llegar a viejos y a todos negamos que hemos llegado”. (Quevedo).
 - * “La vejez es un lamento”. (Benjamín Disraelí).
 - * “Envejecer es quedarse solo”. (Marbeau).
 - * “Yo creo que a los viejos, la gente joven ni nos ve”. (Aranguren).
 - * “¿Por qué pondrá Dios al comienzo lo mejor de toda la vida?”. (Victor Hugo).
 - * “Al llegar a viejos, las costumbres se vuelven tiranías”. (Gustave Flaubert).
 - * “Cuantas más velas tiene nuestro pastel, menos aliento tenemos para apagarlas”. (Gustave Flaubert).
 - * “El tesoro del hombre es su verde juventud, el resto de la vida es invierno y senectud”. (Pierre De Ronsard).
 - * “La vejez es una condena sin derecho a recurso”. (Marcello Mastroianni).
 - * “La vejez es una defunción en pequeños trozos”. (Albert Cohen).
 - * “Todo el mundo quiere llegar a la vejez, pero a nadie le gusta que le llamen viejo”. (Proverbio Danés).
- (Frases célebres)

Actualmente, hablar de vejez o de "hacerse viejo" tiene connotaciones negativas, dado que se interpreta que el envejecimiento implica pérdidas y está asociado a la enfermedad y a la dependencia. Además, vivimos en una sociedad en la que se premia la imagen, lo que dificulta dar cabida al envejecimiento, e influye de manera negativa en la vivencia psicológica que se hace de la vejez.

Situación en América Latina y Argentina

Según las previsiones, en América Latina, el número de adultos mayores superará por primera vez al de niños en 2040. Se pasa así de una estructura de población joven, de 40 % menores de 15 años en 1950, a un 28 % en 2010, con una proyección de un 15% de la población total para 2100.

La República Argentina, aunque lejos de lo observado en Europa o en Asia, igualmente envejece y es uno de los países más envejecidos de América Latina junto con Chile, aunque pronto será superada por Brasil. Prueba de ello es la proporción de población por encima de los 65 años de edad que crece más rápidamente que la población total, y que da lugar al proceso de envejecimiento.

FIGURA 3: ESTIMACIONES POBLACIONALES PARA ARGENTINA 2000 – 2050

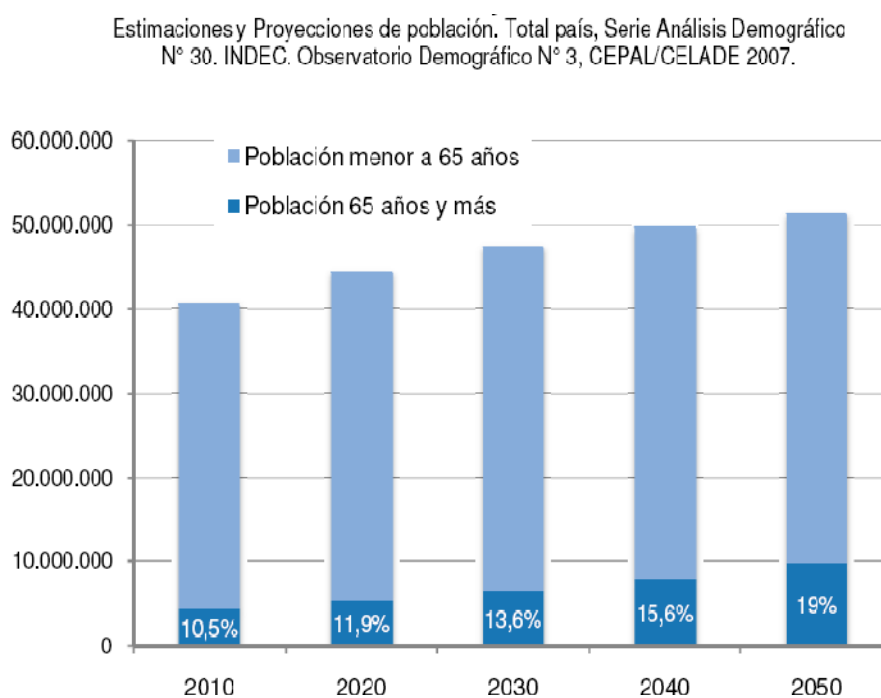
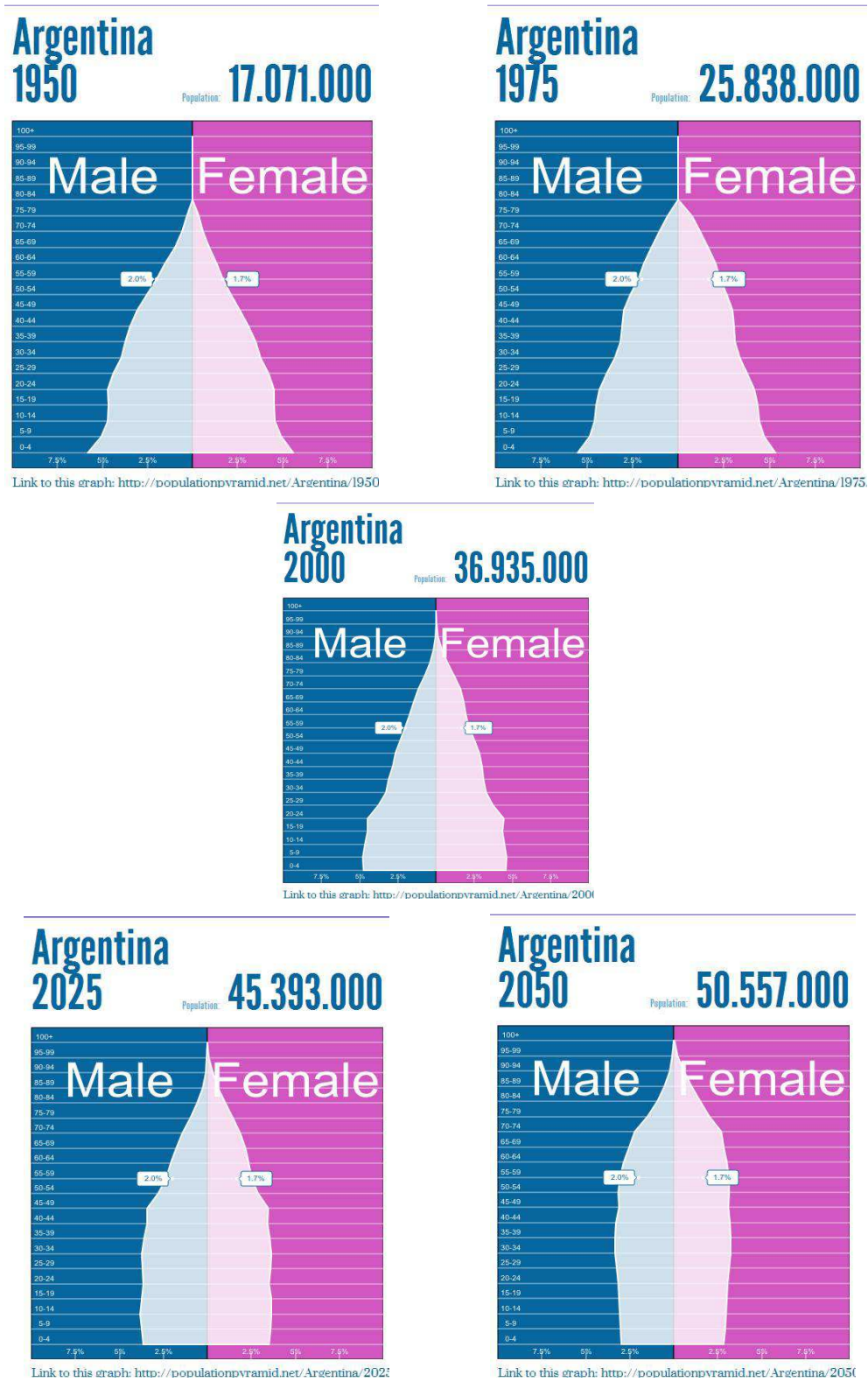


FIGURA 4: ARGENTINA. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN, POR SEXO Y POR EDAD, DESDE 1950 Y PROYECTADA A 2050



Fuente: United Nations, 2012

Argentina permite mostrar uno de los casos latinoamericanos de mayor envejecimiento de la población considerando los roles de la disminución de la natalidad y la mortalidad, agregándose la migración internacional, en especial, la recibida en 1875 y 1925. Si, como lo indican las proyecciones, este último factor sigue disminuyendo en las próximas décadas, la dinámica demográfica se simplificará y el envejecimiento futuro estará determinado por el comportamiento de la natalidad y la mortalidad.

El grupo de población objeto del análisis, según los datos brindados por el Censo 2001, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), representa 3.587.620 habitantes, de los cuales, un 59 % corresponde al grupo etario de 65 a 74 años, y, el 41 % restante, lo componen adultos de 75 años y más. En relación al total de la población argentina, los adultos mayores significan un 10 %. El proceso de envejecimiento de población en Argentina es inevitable e ineludible. El envejecimiento individual y el envejecimiento demográfico demográfico tienen en común que sus efectos tenderán a ser positivos en la medida en que exista un mayor conocimiento sobre cómo son, actualmente, los adultos mayores y hacia dónde transitan. De este modo, las personas, la sociedad y el Estado podrán tomar medidas y desarrollar estrategias de acción adecuadas, pertinentes y oportunas para lograr “una sociedad para todas las edades”.

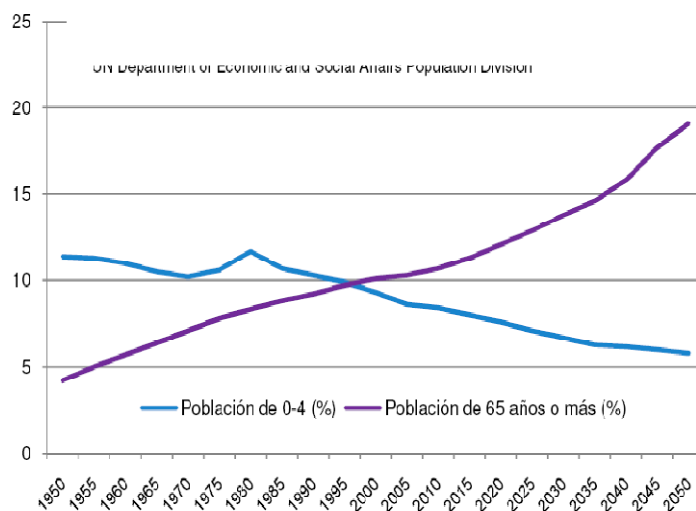
En nuestro país, para el 2050, 1 de cada 5 argentinos tendrá más de 64 años de edad; para entonces, tendremos algo más de 50 millones de habitantes, y nuestra población mayor será de casi 10 millones de personas.

Entre el 2008 y el 2040, la población mayor de 65 años crecerá un 89 % en la Argentina, comparado con un 49 % en Italia y un 225 % en Brasil.

Esto significa que nuestros 4,5 millones de personas mayores se van casi a duplicar en un país que no crecerá para entonces más del 25 % en total.

Hace algunos años que hemos superado una marca muy significativa, que es aquella en la cual la población de personas menores de 5 años es menor en relación a la de mayores de 64 años (Figura 5).

FIGURA 5: EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN MENOR DE 5 AÑOS Y MAYOR DE 64 EN ARGENTINA



Fuente: Regazzoni C, 2011

De acuerdo a un estudio realizado por el Census Bureau de EEUU, entre 1996 y 2006, en la fuerza laboral de la Argentina, la proporción de personas entre 55 y 64 años de edad aumentó un 15 %, lo que indica dos cosas: mayor desempleo de los más jóvenes y envejecimiento de los trabajadores con poco recambio (Kinsella, 2009).

La población trabajadora no solo envejece, sino que tiende a contraerse. En la Argentina, según las proyecciones derivadas de la Dirección Nacional de Población y el INDEC, se puede calcular un crecimiento promedio de la población económicamente activa de 1,35 % por año, entre 1990 y 2000; y del 2010 en adelante, la proyección es de 1,07 % por año. Esto indica que nuestra propia población económicamente activa se reduce y, en menos de 40 años, tendremos un 19 % de la población total del país por encima de los 65 años; pero, además, se reducirá la proporción de niños a menos del 20%.

Lamentablemente, la tendencia hacia una población que envejece sanamente y vive más no es válida por igual para todos los países y regiones.

En el año 2008, según las Estadísticas Vitales del Ministerio de Salud, en ese rango de edades, moría un 19,6 por mil habitantes en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) contra 32 personas cada mil en el Chaco, 29 cada mil en Misiones, 28 cada mil

en Santa Cruz, y 27 cada mil en Formosa. Es decir que la probabilidad de morir entre los 65 y los 74 años de edad es un 50% mayor para quienes viven en el Noreste (es parecido en el NOA), comparado con la CABA.

Evidentemente, Argentina presenta dos grupos bien diferenciados. Por un lado, personas de buenos niveles de ingreso cuya vida se prolonga y que, relativamente, mantienen estándares aceptables de salud durante su vejez, y en quienes se verifica el fenómeno de inflación de la edad; y, por otro lado, comunidades pobres, con alta mortalidad, que no han entrado en esta etapa evolutiva de la salud humana (Regazzoni C, 2011) .

Definiciones de índices poblacionales

- El “cociente de dependencia potencial” es el número de personas con edades comprendidas entre los 15 y los 64 años por cada una de 65 años o más. Indica cuántos trabajadores potenciales hay por cada persona de edad. A medida de que la población envejece, el cociente de dependencia potencial tiende a disminuir. Entre 1950 y 2007, este cociente se redujo de 12 a 9 trabajadores potenciales por persona de 65 años o más; se prevé que, para 2050, se reduzca aún más y que llegue a 4 trabajadores potenciales por cada persona de edad.
- El “cociente de dependencia parental” es el número de personas de 85 años o más respecto de la población de entre 50 y 64 años. Da una idea del nivel de apoyo que las familias pueden brindar a sus miembros de más edad. En 1950 había, en todo el mundo, menos de dos personas de 85 años o más por cada 100 personas de 50 a 64 años. Actualmente, la relación ha aumentado a algo más de 4 por cada 100, pero se proyecta que en 2050 llegará a 12 por cada 100; es decir que las personas que hoy ya han pasado con creces la edad madura tendrán tres veces más probabilidades de tener que atender a sus parientes mayores.

En el conjunto de los países desarrollados, el número de personas mayores (de 60 años o más) ya supera el número de niños (menores de 15 años), y, para 2050, se prevé que en esos países el número de personas mayores sea más del doble que el de niños.

- El “índice de juventud” es el porcentaje que representa la población de entre 0 y 14 años con respecto a la población total.

- El “índice de vejez” es el porcentaje que representa la población con 65 años o más, respecto a la población total. La cantidad de nacimientos por mujer necesaria para que la población se mantenga constante es de 2,1.
- La “tasa de reemplazo” es el cociente entre el índice de juventud y el índice de vejez. Cuanto más alto sea su valor, más fácil será que la población aumente en el futuro.
- La “tasa de dependencia” es relación entre la población joven y la vieja respecto a la población entre 15 y 64 años. Cuanto menor sea su valor, más fácil será sostener a toda la población mediante el trabajo de las personas en edad laboral.

Desde el punto de vista nutricional, resulta interesante estudiar a este grupo etario para obtener información sobre la alimentación y los hábitos de vida, persuadidos de que una correcta alimentación en el anciano puede mejorar su calidad de vida, ya que, coincidiendo con Banqué Molas (1993), si en cualquier etapa de la vida la nutrición es un factor importante para mantener el estado de salud, sus extremos, infancia y vejez, precisan una mayor atención por ser los más vulnerables.

El expresidente de EEUU Jimmy Carter, en su libro *Las virtudes del envejecimiento*, (Carter J, 1998) señala que en 1935, cuando fue establecido el sistema de seguridad social norteamericano, cada retirado era mantenido con el pago de los impuestos de 39 trabajadores activos. En 1950, este número ya se había reducido a 16 y, en 1990, la proporción era de 3,3 trabajadores por cada receptor. Las estimaciones refieren a que en 2030 solo 2 trabajadores estarán pagando el retiro y los gastos médicos de cada anciano jubilado.

El fenómeno llamado “*age wave*” (ola de envejecimiento) añade complejidad a la situación. Esta “ola” se origina en el extraordinario número de nacimientos (*baby boom*) que tuvo lugar en Estados Unidos en los dieciocho años que siguieron a la finalización de la Segunda Guerra Mundial. En ese período, nacieron 76 millones de niños que, al ir pasando por las diferentes etapas de la vida, han ido obligando a bruscos aumentos en las capacidades del sistema de educación y en la creación de empleos, y han creado tensiones en muchos otros campos. La avanzada de los *baby boomers* llegará a la edad de retiro en el año 2010, para dar comienzo a una ola de ancianidad que estremecerá hasta sus cimientos no solo al sistema de seguridad social, sino a toda la sociedad norteamericana.

El papel de los inmigrantes se presentará, además, con múltiples aspectos, ya que millones de personas no podrán realizar trabajos productivos, porque tendrán que dedicarse —tiempo completo— a la atención y al cuidado de los ancianos que no puedan auto valerse.

Quienes, desde los países más desarrollados, hoy promueven la xenofobia y obstaculizan acuerdos migratorios racionales, deberían pensar que llegará un día en que necesitarán que alguien les mueva su silla de ruedas, les administre sus medicamentos, les cure sus escaras y, tal vez, hasta les cierre sus ojos al morir, y que, seguramente, la piel de ese alguien no será muy blanca.

En diciembre de 1991, en la Asamblea General de las Naciones Unidas, se realizó un gran aporte: los Principios de las Naciones Unidas a favor de las Personas de Edad, mediante la Resolución N° 46/91.

En abril de 2002, las Naciones Unidas realizaron la Segunda Asamblea Mundial sobre Envejecimiento. El objetivo del Plan consiste

en garantizar que, en todas partes, la población pueda envejecer con seguridad y dignidad, y que las personas de edad puedan continuar participando en sus respectivas sociedades como ciudadanos con plenos derechos. Sin dejar de reconocer que los cimientos de una ancianidad sana y enriquecedora se ponen en una etapa temprana de la vida, en consecuencia, se procura ofrecer un instrumento práctico para ayudar a los encargados de la formulación de políticas a considerar las prioridades básicas asociadas con el envejecimiento de los individuos y de las poblaciones.

Cambios corporales durante el envejecimiento

El aumento de la edad no implica necesariamente mejor calidad de vida. Por ese motivo, el abordaje de una propuesta para la mejora del estado nutricional presenta una gran variedad de tópicos que deben ser considerados individualmente para la mejor comprensión y su desarrollo.

Este grupo etario presenta un riesgo nutricional relacionado con el propio proceso de envejecimiento y está influenciado por el tipo de alimentación mantenida a lo largo de la vida. Los adultos mayores manifiestan cambios alimentarios, corporales y

metabólicos propios de la edad, enfermedades crónicas o agudas y deterioro de las capacidades funcionales, presentando habitualmente polimedicación y, además, su estado será afectado por la situación socioeconómica (Schneider, 2006).

En la vida del hombre, se puede distinguir un primer proceso evolutivo, que culmina con la madurez, y un segundo proceso de involución, que se identifica con el de envejecimiento. Una vez que el organismo llega a la madurez fisiológica, el índice catabólico o los cambios degenerativos son mayores que el índice anabólico de regeneración celular (Podrabsky M, 1995).

Después de los cincuenta años de edad, el organismo comienza a experimentar una serie de cambios metabólicos y fisiológicos. La velocidad metabólica se vuelve más lenta y puede declinar hasta un 30 %. La composición corporal cambia, ya que la masa magra disminuye y la proporción del tejido graso puede aumentar. Esto quiere decir que, con el fin de tratar de mantener su masa magra, la mayoría de los individuos de más edad necesitan una cantidad mayor de proteínas en su alimentación diaria; más aún porque, al envejecer, sus organismos usan la proteína menos eficientemente que cuando eran jóvenes (Vellas BJ, 1997).

Los problemas orales y dentales, así como la pérdida del apetito, causada por enfermedades o por fármacos, pueden sumarse a la génesis del mal estado de la nutrición.

Si bien hay muchos factores físicos y clínicos que pueden contribuir a un deterioro nutricional, los factores sociales y económicos son igualmente importantes. La soledad, la depresión y la angustia causada por preocupaciones monetarias, la falta de destrezas adecuadas para cocinar alimentos, o la aparición en el mercado de alimentos a los que no están acostumbrados contribuyen, en conjunto, a una mal-nutrición. Tal vez, el problema más crucial para las personas jubiladas que viven con pensiones bajas sea la incapacidad económica de adquirir alimentos de buena calidad nutricional (Nestlé Food and Nutrition Communication, 2007).

Cambios fisiológicos en el envejecimiento

Hay que partir de la base de que el envejecimiento es diferente de un individuo a otro y, aún, en el mismo individuo, de un órgano a otro. Esto tiene como consecuencia práctica el no poder establecer normas concretas en las pautas alimenticias considerando solo la edad de la persona.

Se pueden enumerar como aspectos más relevantes:

Modificación en la composición corporal:

- Disminución de tejido muscular y masa magra (6,3 % por década, a partir de los 30 años) (sarcopenia).
- Disminución del volumen plasmático (8 %).
- Disminución del agua corporal total (17 %).
- Disminución del agua extracelular (40 %).
- Disminución de la densidad mineral ósea (entre un 8 y un 15 %), en especial, entre las mujeres entre 45 y 70 años.

Como consecuencia de estos cambios, se puede observar una pérdida involuntaria del peso, que puede ser el resultado de distintas situaciones y que, a menudo, se presenta con una combinación de varias de ellas. Algunos autores la atribuyen a una disminución del apetito (anorexia) relacionada con la edad, resultado de cambios en la regulación fisiológica de las ganas de comer y de la saciedad. Sin embargo, la regulación del apetito puede deberse a múltiples circunstancias, como las enfermedades, entre ellas demencia o fármacos.

Variaciones de talla: se estima que la talla disminuye un centímetro por década a partir de la edad adulta.

Alteraciones en la homeostasis:

- Disminución de la sensibilidad del centro de la sed y de los osmoreceptores, lo cual produce una tendencia a la deshidratación.
- Atenuación de la respuesta inmune, tanto humoral como celular.
- Disminución de la capacidad de homeostasis interna y de adaptación externa a los cambios.

Se produce un descenso en la eficacia de los mecanismos de control (normalmente, regulados por hormonas y por el sistema nervioso autónomo), que se reflejan por un entecimiento de las respuestas complejas que requieren la coordinación entre diferentes sistemas orgánicos (equilibrio hidroelectrolítico, ácido-base, glucemia, temperatura, tensión arterial, etc.) (Cuesta Triana F, 1999).

Cambios en la función gastrointestinal

Boca: se mantiene la salivación en ancianos sanos y edéntulos (desdentados), disminuyen el olfato y el gusto, y se observa una menor potencia masticadora.

La eficacia de la masticación se encuentra muy afectada por la cantidad de piezas dentarias que posee el individuo. Se sabe que los ancianos presentan menor cantidad de piezas dentarias funcionales y una disminución del control neuromuscular de la masticación y de la deglución que lleva a determinados cambios en los hábitos masticatorios. Lo que no se ha establecido claramente es si estos cambios afectan las propiedades del bolo alimenticio y su digestión, la percepción de las propiedades sensoriales de los alimentos y, como consecuencia, la aceptación de estos y el estado nutricional.

Con el envejecimiento, se produce una disminución del tamaño de las encías y un desgaste de las caras oclusales y proximales de las piezas dentales; disminuye el volumen del esmalte dental y se reduce el tamaño de la pulpa por la mala perfusión. Es frecuente la pérdida de piezas dentales y la enfermedad periodontal.

El 37,1 % usa prótesis en ambos maxilares; el 25,3 %, solo en el maxilar superior, y el 0,8 % en el maxilar inferior (Muñoz Hornillos M, 2005).

Se produce una disminución de la secreción salival y alteraciones en su composición, siendo más viscosa y espesa, por el aumento de mucina y la disminución de ptialina. La disminución de la musculatura también afecta a los músculos masticatorios y a la lengua, que experimentan una pérdida de masa muscular y, a menudo, mejillas flácidas y protrusión mandibular.

También aparece incoordinación muscular orofaríngea y, a menudo, presentan lesiones en la mucosa oral; todas estas alteraciones repercuten en la función de la boca y en el proceso de masticación, con dificultad para formar el bolo alimenticio e, incluso, para la deglución.

Con el envejecimiento, el rechazo a la comida se encuentra más relacionado con la alteración de la percepción de la textura que con los cambios en la percepción del aroma o del gusto de los alimentos. El 30 % de los ancianos rechaza un determinado alimento porque lo encuentra difícil de masticar (Mioche L, 2004).

Esófago: presenta menor tono del esfínter esofágico superior, retraso en la relajación tras la deglución e incremento en la presión de contracción faríngea.

Estómago: aparece una disfunción de las células parietales gástricas con reducción de la secreción ácido-péptica y atrofia de la mucosa. Aumenta el tiempo de vaciado gástrico para líquidos, no para sólidos. Aumenta la prevalencia de infección por *Helicobacter pylori*, lo cual incrementa la secreción de gastrina.

Intestino delgado: probable disminución de la absorción de calcio y de la concentración de receptores para la vitamina D.

Páncreas: disminuye la secreción tras la estimulación repetida, disminuye el peso y aumenta la fibrosis del parénquima. Las manifestaciones de insuficiencia no se detectan hasta una disminución del 90% de la reserva funcional.

Flujo esplácnico: disminuye con el envejecimiento. Aumenta la susceptibilidad a hipoxia e hipovolemia.

Motilidad gastrointestinal: el tránsito intestinal puede enlentecerse. Como consecuencia de lo descrito, existen diversos trastornos digestivos frecuentes en la vejez, tales como la úlcera péptica, el estreñimiento, la hernia de hiato, la gastritis, la gastroenteritis, y la diverticulosis intestinal.

Cambios hormonales

Disminuye la secreción de la hormona de crecimiento y del *insulín-like growth factor* (IGF-1), con efectos a nivel tisular. Por el contrario, aumenta la concentración en sangre de parathormona y disminuyen los niveles de calcitonina. Se producen alteraciones en la liberación de insulina, aumenta la resistencia a la insulina y disminuye la tolerancia a los hidratos de carbono. Aumenta la liberación de colecistocinina como respuesta a la ingesta grasa.

También aumentan los niveles de leptina, producida en el tejido adiposo, que aumenta en los hombres durante toda la vida pero solo se incrementa en las mujeres de edad media (Corujo Rodríguez E, 2007).

Disminución de la masa ósea

La reducción en la masa ósea se debe a cambios en el metabolismo óseo, alteraciones endocrinas y deficiencias de calcio, que conllevan a una disminución de la densidad mineral ósea y a un incremento del riesgo de fracturas más frecuente en las mujeres.

Sistema nervioso

Se produce una disminución del peso y del volumen del cerebro, y una pérdida de neuronas por atrofia y por muerte neuronal que afecta, principalmente, a la corteza cerebral, aunque también disminuyen las células en el cerebelo y las astas anteriores de la médula espinal. Como consecuencia, aumentan los surcos y se reducen las circunvoluciones. La circunvolución temporal superior sufre la pérdida de la mitad de la masa neuronal.

También se alteran las sinapsis y la secreción de neurotransmisores, con una reducción en la síntesis de catecolaminas. Además, se produce una reducción de los receptores de catecolaminas, serotonina y opioides, y disminuye el flujo sanguíneo cerebral en, aproximadamente, un 20 %. Son frecuentes los trastornos del sueño y los cognitivos, con alteraciones de la memoria, desorientación, y modificaciones de la conducta, que también afectan al comportamiento alimentario; además de dificultad para afrontar cambios físicos y sociales que puede hacer más difícil la adaptación a los mismos (Barberger P, 2010).

Cambios sensoriales

Con el envejecimiento, cambia la forma en que los sentidos (gusto, olfato, tacto, vista y oído) permiten captar la información sobre el entorno; pierden agudeza y les es difícil captar detalles y matices.

Los cambios sensoriales pueden tener un gran impacto sobre sus estilos de vida y generarles problemas de comunicación y relación social contribuyendo a la sensación de aislamiento. El envejecimiento aumenta el umbral de percepción sensorial como consecuencia de cambios estructurales en los órganos de los sentidos.

Los cambios visuales y auditivos son los más llamativos, pero todos los sentidos resultan afectados y su repercusión se incrementa con la presencia del deterioro cognitivo. Las ayudas técnicas y los pequeños cambios en los estilos de vida pueden compensar estas dificultades.

Las alteraciones en el gusto y el olfato limitan la capacidad de disfrutar de la comida pero, además, conllevan el riesgo de no ser capaces de detectar alimentos que se encuentren en mal estado. Por otro lado, en situaciones de inapetencia, la pérdida de estas sensaciones puede reforzar la falta de apetito y hacer más difícil la aceptación

de los platos. Masticar bien los alimentos y mover la comida por la boca refuerza la intensidad de los sabores. Es muy importante cuidar la presentación, la textura y la condimentación de los platos (Aranceta J, 2008).

La disminución del número de comidas y de la cantidad de alimento de cada porción conduce a una baja ingesta calórica y de nutrientes, por lo que resulta muy difícil cubrir las necesidades nutricionales.

Problemas nutricionales más frecuentes en la tercera edad

Como consecuencia de las alteraciones fisiológicas mencionadas, existen variados problemas nutricionales que pueden o no presentar manifestaciones clínicas. Los más relevantes se enumeran en el siguiente cuadro:

TABLA 2: PROBLEMAS NUTRICIONALES MÁS FRECUENTES EN LA TERCERA EDAD

Problemas clínicos prevalentes	Nutrientes relacionados
↘ Emaciación, caquexia y desnutrición proteico-energética crónica	• Ingesta energética, proteica o relación proteico-energética
↘ Sarcopenia	• Proteínas, Vitamina D
↘ Deshidratación	• Agua, sodio, potasio
↘ Pérdida de la movilidad y la autonomía	• Calcio, vitamina D
↘ Disminución de las funciones cognitivas	• Vitaminas del grupo B, vitamina E • AGE
↘ Patologías gástricas	• Vitamina B ₁₂
↘ Sistema inmune	• Energía, proteínas, lípidos, vitaminas, micronutrientes minerales, AGE.
↘ Visión	• Vitamina A y antioxidantes

La ingesta energética insuficiente, en relación a las necesidades, puede ser de corta duración (*fasting*) y estar asociada a una deficiencia proteica. Si se prolonga y es de larga duración, conduce a una desnutrición proteicoenergética crónica (*starvation*) (caquexia) con disminución de la masa muscular (sarcopenia). Se estima una

prevalencia de sarcopenia entre el 22 y el 28 % de los hombres y el 31 y el 52 % de las mujeres de 60 años o más.

Mediante biopsias musculares, se ha comprobado que la sarcopenia disminuye tanto el número como el tamaño de las fibras musculares de contracción rápida (especialmente las fibras musculares tipo II, relacionadas con la resistencia muscular). Por lo tanto, disminuye la fuerza y la tolerancia al ejercicio lo cual provoca debilidad, astenia y menor capacidad para realizar actividades básicas de la vida diaria. La masa muscular disminuye un 5 % por cada década, a partir de los 40 años. Este proceso se inicia en torno a los 30 y puede alcanzar pérdidas del 45 % de la masa muscular a los 80 años (Moreiras O, 2001).

En la producción de sarcopenia, intervienen múltiples factores, como la disminución progresiva de los niveles de hormonas de acción anabólica (hormona de crecimiento, testosterona, estrógenos y andrógenos adrenales), el aumento de niveles de citoquinas de acción catabólica (interleucinas 1 y 6 y factor de necrosis tumoral alfa), la atrofia muscular —exclusiva de la sarcopenia— como resultado de la continua pérdida de alfa-motoneuronas de la médula espinal, y, también, por el desuso debido a la falta de actividad física.

La síntesis de proteínas se altera con la edad influyendo en la pérdida de masa magra; en la reducción de la ingesta (mayor en los hombres) causada por el aumento de leptina; en la menor producción de óxido nítrico por el fundus gástrico, que motiva distensión antral más rápida con sensación de saciedad precoz; y en el incremento de liberación de hormonas con efecto saciante, como la colecistocinina.

Las principales consecuencias de la sarcopenia son las relacionadas con la funcionalidad y la dependencia del adulto mayor, como son la capacidad de marcha y la tendencia a las caídas (Serra Reixach JA, 2006).

Deshidratación

La deshidratación es un problema frecuente en los individuos de la tercera edad. Con frecuencia, es la causa de hospitalizaciones urgentes y, si no es diagnosticada, puede llegar a ser fatal. La disminución en la percepción de los sentidos puede conllevar a una

disminución en la ingesta de líquidos debido a la menor sensibilidad al olor y al sabor. La sensación de sed disminuye con la edad y, por lo tanto, el riesgo de deshidratación aumenta en la medida en que los individuos olvidan ingerir líquidos (la tercera edad se asocia con la disminución de las funciones cognitivas y visuales), con un doble riesgo: la pérdida de la sensación de sed asociada al olvido de beber.

Hay pérdidas del número de papilas gustativas, así como de la percepción de los sabores salados y dulces.

Los problemas dentales disminuyen la habilidad para masticar los alimentos, y las alteraciones de la visión hacen que la comida sea menos placentera.

Pérdida de la movilidad y la autonomía

El deterioro progresivo de la estructura y la función celular, que se produce a lo largo del tiempo, es un proceso fisiológico que incluye cambios orgánicos relacionados con la disminución de la masa muscular y la masa ósea, lo cual influye en la disminución de la movilidad y la autonomía.

Son múltiples las causas nutricionales. Entre las que más se han estudiado, figuran la deficiencia energética, la proteica, la de calcio y la de vitamina D.

La deficiencia de vitamina D causa osteoporosis y aumenta el riesgo de fracturas después de sufrir caídas; además, la vitamina D cumple otras funciones que no están relacionadas con el calcio y el metabolismo óseo, e incluyen efectos sobre la inmunidad, la fuerza muscular y la coordinación. Su deficiencia produce debilidad muscular (Janssen HC; 2002) (Guadalix S; 2007).

Existe una correlación directa entre el nivel de vitamina D en el suero y la fuerza de los músculos de las extremidades en las personas de edad avanzada. Esto es especialmente relevante, porque tanto la masa muscular como la fuerza muscular declinan rápidamente a medida que avanza la edad, con lo que aumenta el riesgo de sufrir caídas.

El riesgo de deficiencia de vitamina D se debe a su baja ingesta, a la baja exposición al sol y a las alteraciones del metabolismo de dicha vitamina. El riesgo es particularmente alto en aquellos que viven en países que reciben menos radiación solar o en los que están confinados en su casa o instituciones (Nestlé, Food and Nutrition Communication, 2007).

Disminución de las funciones cognitivas

El deterioro cognitivo es definido como la pérdida o alteración de las funciones mentales superiores, tales como la memoria, la orientación, el lenguaje, el reconocimiento visual, el cálculo y la conducta, que interfieren con la actividad y la interacción social de la persona afectada.

El solo hecho de que la edad avance aumenta el riesgo de desarrollar un cuadro de demencia, pero hay numerosos factores que hacen que algunos individuos envejecan mejor que otros. La demencia es la causa más común de deterioro cognitivo (Callahan CM, 1995).

La demencia no es considerada una enfermedad en sí misma, sino un grupo de padecimientos que involucra problemas de memoria, comportamiento, aprendizaje y comunicación con pérdida progresiva de la función cerebral.

La deficiencia de vitaminas del grupo B, fundamentalmente B₁, niacina, B₆ y B₁₂, produce alteraciones que se manifiestan a nivel cerebral.

Los ácidos grasos esenciales y la relación entre el ácido linoleico y el ácido α -linolénico, así como la relación entre sus metabolitos de cadena larga (AA y DHA) van a condicionar no solo la actividad cerebral sino también las funciones biológicas de los eicosanoides sintetizados que, además, van a repercutir en la regulación de la función cardiovascular, en los procesos inflamatorios e inmunológicos, y en un posible desarrollo de tumores (Holman RT, 1988).

Los suplementos de ácidos grasos omega-3, especialmente el ácido docosahexaenoico (DHA), pueden hacer más lento el proceso de deterioro en individuos con grados leves de enfermedad de Alzheimer (Freund-Levi, 2006).

Los aceites de pescado son componentes promisorios del proceso de prevención del deterioro cognitivo.

Además, en la vejez, la actividad enzimática de la delta-6-desaturasa se encuentra disminuida y, por lo tanto, el organismo tiene limitada la capacidad de sintetizar ácido araquidónico y ácido eicosapentenoico a partir de los ácidos grasos esenciales y, en consecuencia, este hecho se debe de tener en cuenta a la hora de considerar las recomendaciones dietéticas (Simopoulos A, 1991).

Patologías gástricas y vitamina B₁₂

La deficiencia de vitamina B₁₂ es frecuente en los individuos de la tercera edad, debido a que la presencia de gastritis atrófica (o de una historia previa de cirugía gástrica) disminuye la producción de ácido, de factor intrínseco y de las enzimas digestivas necesarias para liberar la vitamina B₁₂ de los alimentos que la proveen (carne roja, las carnes de aves, pescados y alimentos lácteos). Proporciones que van del 5 % al 50 % de los individuos de la tercera edad tienen algún grado de deficiencia de vitamina B₁₂. (NAS, 1998)

Sistema inmune

La disminución de la inmunidad de los individuos de la tercera edad está asociada con múltiples deficiencias nutricionales. Los nutrientes antioxidantes, tales como las vitaminas A, C y E, tienen particular importancia porque ejercen efectos estabilizantes a nivel de las membranas celulares y en la prevención del daño causado por los radicales libres. La vitamina E, en especial, estimula la respuesta inmune de las personas de edad. Minerales como el hierro, el zinc, el selenio y el cobre son necesarios para el funcionamiento de las enzimas que neutralizan los radicales libres. La combinación de zinc y selenio disminuye la incidencia de infecciones respiratorias y urinarias y estimula la producción de anticuerpos después de la inmunización contra la influenza (NAS, 2000).

Visión

La deficiencia de vitamina A afecta a los ojos tanto en su parte externa -produce alteraciones del epitelio de la córnea y de la conjuntiva (xeroftalmia)- como en su parte interna -disminuye la sensibilidad de la retina a la luz de baja intensidad-. La disminución de las secreciones de las glándulas que lubrican la conjuntiva agrava la sequedad de la córnea (xerosis).

Además, las cataratas constituyen uno de los problemas más importantes de salud pública, ya que provocan disminución de la agudeza visual y cuya incidencia aumenta con la edad. La opacificación del cristalino o cataratogénesis es un proceso multifactorial que puede ser iniciado o promovido por el daño oxidativo.

La luteína y zeaxantina son casi los únicos carotenoides presentes en la retina y el cristalino. Existen estudios epidemiológicos que demostraron una asociación inversa entre elevados niveles de ingesta y concentraciones en sangre de estos carotenoides, con

el riesgo de degeneración macular senil. Las concentraciones de luteína y zeaxantina en retina están directamente relacionadas con la sensibilidad visual en sujetos mayores de 64 años, observándose una disminución simultánea de ambos (densidad óptica y sensibilidad visual) en sujetos con mayor edad. Diferentes protocolos de intervención en sujetos control han mostrado que, paralelamente al aumento en sangre de luteína, la densidad de estos pigmentos en la retina es susceptible de ser incrementada tanto por la dieta (ej. consumo de espinacas y/o maíz) como mediante suplementos de luteína (Olmedilla B, 2003).

Estudios epidemiológicos referidos a la desnutrición en adultos mayores

En el entorno institucional, uno de los problemas fundamentales responsable de los altos índices de desnutrición/malnutrición es la baja ingesta energética, que conlleva deficiencia proteica, y también, la de los distintos nutrientes en los individuos institucionalizados.

La prevalencia de desnutrición es muy variable en función de las características del centro y, por lo tanto, de los residentes. Un gran número de estudios alertan acerca de las situaciones de deterioro de la función inmunitaria y del riesgo nutricional, evidenciados mediante el cuestionario del *Mini Nutritional Assessment* (MNA) (Vellas B, 1999).

Otros estudios bioquímicos indican problemas nutricionales en individuos institucionalizados, corroborando resultados publicados acerca de la inadecuación de la dieta, evaluada mediante el análisis de la ingesta de nutrientes y su relación con el deterioro cognitivo y de la movilidad.

En 1988, EURONUT, la Acción Concertada de la Unión Europea (UE) sobre Nutrición y Salud inició el mayor estudio longitudinal (1989-2000) de cohortes, internacional y multicentro en Europa, denominado *Survey in Europe on Nutrition and the Elderly: A Concerted Action* (SENECA), para conocer las diferencias en los modelos dietéticos y en el estilo de vida, y su repercusión en el estado nutricional, en la salud y en la funcionalidad de personas de edad avanzada residentes en 19 ciudades de 12 países europeos (Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Holanda, Noruega, Portugal, Suiza y Polonia). Entre otros muchos aspectos, se valoró el consumo de alimentos y su composición en energía y nutrientes utilizando la historia dietética.

En ese estudio se han tratado de valorar las diferencias debidas al sexo y la edad (en los mismos sujetos), para lo cual, se recogió información sobre el consumo cuantitativo y cualitativo de alimentos, ingesta de energía y nutrientes, y su aporte a las ingestas recomendadas, en un grupo de edades comprendidas entre 71 y 80 años.

En los cuatro años transcurridos, se observó una disminución significativa en el consumo de algunos alimentos tanto en el total de la muestra como en la distribución por sexos. Como consecuencia, según aumentó la edad en cuatro años se ha observado una disminución de la ingesta energética con repercusión importante en el de la mayoría de los micronutrientes.

Los principales grupos de investigación relacionados con la gerontología (Nowson C, 2007) han demostrado que existe prevalencia de deficiencia de determinados micronutrientes (como, por ejemplo, las vitaminas A, D y E, B₆, B₁₂, ácido fólico, carotenoides) y minerales (como calcio y zinc), cuya administración farmacológica tiene efecto sobre la mejoría de la función inmunológica y sobre una amplia gama de funciones bioquímicas y fisiológicas. Esto tiene una importante influencia en las enfermedades cardíacas, el cáncer y en la demencia senil.

Ingestas Recomendadas de nutrientes en tercera edad

Conceptos y definiciones según los documentos internacionales

Se denominan Ingestas Recomendadas de Nutrientes (IR) (*Dietary Reference Intakes o DRI*) a las cantidades promedio diarias, per cápita, de nutrientes esenciales, que, basadas en experiencias científicas, se consideran suficientes para cubrir las necesidades fisiológicas de la mayor parte de la población, de un determinado grupo etario. Como consecuencia, para un mismo grupo poblacional, las cifras varían en función de los avances científicos y de los criterios utilizados. Los organismos más importantes que elaboran las cifras de IR son: *Food Agricultural Organization* (FAO) y *National Research Council*, EEUU (NRC). Las cifras de los diversos documentos no siempre son coincidentes, debido a la utilización de criterios diferentes.

Desde la segunda mitad del siglo XX, la FAO elabora documentos periódicos que tienen alcance mundial y propone recomendaciones de ingestas de nutrientes, científicamente confiables, que pueden ser utilizados por los diferentes países al elaborar las

recomendaciones para sus poblaciones.

Desde 1998, el Comité del *Food & Nutrition Board* (FNB) del NRC, con el Instituto de Medicina de EEUU, la Academia Nacional de Ciencias y el Instituto de Salud de Canadá, elabora documentos con valores de referencia de ingesta de nutrientes dirigidas a la población norteamericana, tomando como base, en algunos casos, los criterios de la FAO.

Las IDR incluyen cuatro definiciones cuyas siglas en inglés son: RDA, EAR, AI y UL. Las tres primeras pueden ser usadas, entre otras cosas, para planificar o evaluar las dietas de poblaciones sanas en función de los conocimientos acerca de la reducción del riesgo de enfermedades crónicas. El cuarto valor se relaciona con los riesgos o excesos. Estas definiciones se resumen a continuación:

- Ingesta Diaria Recomendada (IDR) (*Recommended Dietary Allowance*, —RDA—): Ingesta diaria promedio suficiente para cubrir el requerimiento del nutriente en casi todos (de 97 a 98 %) los individuos sanos de un determinado grupo etario.
- Ingesta promedio estimada (IPE) (*Estimated Average Requirement*, —EAR—): Ingesta de un nutriente que se considera que cubre los requerimientos de la mitad de los individuos sanos de un determinado grupo. Su utilización será para establecer la adecuación de la ingesta de grupos de población y, a medida que progresa el conocimiento y la distribución de los requerimientos, para establecer las IDR.
- Ingesta Adecuada (IA) (*Adequate Intake*, AI): se basa en ingestas aproximadas de nutrientes observadas o determinadas experimentalmente, para un grupo o grupos de personas sanas. Ha sido utilizada cuando no se ha determinado la IDR.
- Límites superiores de Ingesta o Ingesta máxima tolerable (IMT) (*Tolerable upper intake level*, UL): Ingesta diaria más elevada que probablemente no implica riesgos o efectos adversos sobre la salud en casi todos los individuos de una determinada población. A medida que se incrementa la ingesta por arriba de la IMT, el riesgo de efectos adversos se incrementa”

La IMT se refiere a una ingesta por encima de la IDR o la IA que está asociada a un riesgo despreciable de efectos adversos evaluado mediante las siguientes etapas: 1)

identificación del riesgo; 2) evaluación de la relación dosis/respuesta; 3) evaluación de la exposición; 4) caracterización del riesgo.

Se debe tener en cuenta que el consumo de alimentos tradicionales no suele implicar riesgo —salvo en casos excepcionales—, mientras que la adición de nutrientes a alimentos fortificados o el consumo de suplementos puede implicar riesgos de efectos adversos que deben ser evitados teniendo en cuenta este último concepto.

Métodos generales para estimar las ingestas recomendadas de nutrientes

Los métodos generales aplicados para estimar las ingestas recomendadas de nutrientes son:

1) epidemiológico: determina la ingesta de poblaciones que se consideran “sanas”, o la cantidad necesaria para curar deficiencias clínicas o efectuar la prevención de enfermedades degenerativas.

2) factorial: calcula las pérdidas inevitables que, en el organismo adulto sano, representan las necesidades de nutrientes y las transforma en IR, y que coinciden con la absorción del nutriente en estudio y la variabilidad individual.

3) balance: evalúa la ingesta necesaria para mantener el balance cero en el adulto. El “balance” es la diferencia entre la ingesta (I) y la eliminación (E): $B = I - E$.

La eliminación (E) representa la suma de las eliminaciones urinaria (U), fecal (F) y por tegumentos, sudor, secreciones, etc. (S).

Por lo tanto: $\text{Balance} = I - [U + F + S]$

La necesidad de una medición exacta de las ingestas y de las eliminaciones son la causa de que este método sea difícil de llevar a la práctica y de que requiera de condiciones de trabajo muy estrictas y controladas: individuos hospitalizados en Unidades Metabólicas y personal altamente especializado. Sin embargo, es necesario aplicarlo en casos en que las cifras derivadas del método factorial no permitan mantener el equilibrio.

4) Otros métodos: están basados en indicadores bioquímicos o en pruebas funcionales específicas del nutriente en estudio. El avance en este campo permite periódicamente revisar las IR derivadas de los métodos tradicionales y efectuar ajustes o nuevas recomendaciones. Las metodologías isotópicas han tenido un papel fundamental en los cambios de cifras de necesidades de energía y de proteínas, y se han constituido en las

bases y conclusiones de las nuevas recomendaciones de energía y de macronutrientes orgánicos.

Necesidades de Energía

La energía es la necesidad primaria de los seres vivos, quienes solo pueden utilizar la energía química contenida en los macronutrientes de naturaleza orgánica (hidratos de carbono, lípidos y proteínas). Las necesidades de energía de un individuo sano se definen como “la ingesta de energía alimentaria que compensa el gasto de energía cuando el tamaño y la composición del organismo y el grado de actividad física son compatibles con un estado duradero de salud, y permiten el mantenimiento de la actividad física que sea económicamente necesaria y socialmente deseable.”.

Los factores que determinan el Gasto Energético Total (GET) de un individuo pueden ser de dos tipos: 1) los que pueden considerarse constantes para un mismo tamaño corporal y que son resultado de las necesidades fundamentales del organismo y de los sistemas que trabajan ininterrumpidamente: respiración celular, músculo cardíaco, aparato digestivo, tono muscular, mantenimiento de la temperatura corporal, etc; 2) los que varían en relación con la actividad y el modo de vida. Esos componentes son: el metabolismo basal (MB), la actividad física (AF), el efecto térmico de los alimentos (ETA) y la termorregulación (T):

$$\text{GET} = \text{MB} + \text{AF} + \text{ETA} + \text{T}$$

La relación entre el MB y el peso corporal no es lineal, sino logarítmica. Sin embargo, cuando se toman en consideración pequeños rangos de peso, se puede considerar al MB como una función lineal del peso corporal. Los informes de los comités de expertos de FAO/OMS/UNU de 2004 (FAO, 2004) propusieron una serie de ecuaciones basadas en considerar al MB como una función lineal del peso, dentro de un cierto rango de edad y para individuos del mismo género.

El gasto energético total se estima combinando el tiempo dedicado a cada actividad y el costo energético de esas actividades, expresado mediante un factor que abarca el costo energético necesario para incrementar el tono muscular y la actividad física más el efecto termogénico de los alimentos. Ese factor, denominado PAL (del inglés *physical activity level*), representa el promedio del gasto energético en 24 h, expresado como múltiplo del MB lo que permite calcular el requerimiento energético total multiplicando el MB por el PAL:

$$\text{GET} = \text{MB} \times \text{PAL}$$

TABLA 3: CLASIFICACIÓN DE ESTILOS DE VIDA EN RELACIÓN A LA INTENSIDAD DE LA ACTIVIDAD FÍSICA HABITUAL (FAO 2004)

Categoría	PAL
Sedentaria o actividad liviana	1,40 - 1,69
Activa o moderadamente activa	1,70 - 1,99
Vigorosa o vigorosamente activa	2,00 - 2,40

A lo largo de la vida de un adulto, ocurren continuamente diversos cambios que influyen los requerimientos de energía, tal como la declinación del MB, cuya velocidad ha sido estimada de un 1 a un 2 % por década. Esto sería debido en parte a la reducción de la masa libre de grasa que ocurre con el envejecimiento y a cambios que ocurren en la composición de esa masa libre de grasa.

Ingestas recomendadas de proteínas

Las proteínas son el componente orgánico mayoritario del organismo humano y su deficiencia continúa siendo un tema preocupante en la alimentación de grupos vulnerables.

Las ingestas recomendadas para adultos se basaron en el método de balance y establecen la mínima cantidad de proteína que permite alcanzar el equilibrio nitrogenado en una población presuntamente sana. Con esa base, se estableció un promedio y se sumaron dos desvíos estándar, lo cual arrojó un valor de 0,83 g/kg/d (FAO, 2007)

Para mayores de 50 años, a pesar de que existía el convencimiento de que las necesidades de proteínas debían ser mayores, no se pudo encontrar evidencia que lo sostuviera. Sin embargo, los continuos cambios que se van produciendo durante la vida adulta hacen que las IR para adultos mayores y ancianos deban ser aquellas que garanticen la mejor preservación de las funciones vitales.

Es de esperar que las necesidades de proteínas se modifiquen a lo largo del proceso de envejecimiento, que involucra cambios en la composición corporal, la capacidad fisiológica funcional, la actividad física, los hábitos de ingesta alimentaria y la frecuencia de enfermedades; al respecto, existe información bien documentada sobre las

diferencias existentes en el metabolismo proteico y la utilización de aminoácidos en el músculo entre el adulto joven y el anciano.

Desde el punto de vista de aporte de Nitrógeno (N), todas las proteínas son equivalentes, puesto que lo contienen, aproximadamente, en un 16 %, pero su capacidad para aportar los aminoácidos esenciales (AAE) difiere de acuerdo a su estructura primaria. El requerimiento de proteínas implica el aporte específico de los AAE que el organismo no puede sintetizar. Por lo tanto, cuando se trata de establecer el nivel de seguridad de la ingesta proteica, deberán efectuarse las correcciones adecuadas de la proteína aportada de acuerdo a las exigencias en AAE de la especie y del grupo etario correspondiente.

La ingesta diaria recomendada de proteínas es de 0,83 g/kg/día. Sin embargo, las personas mayores no suelen ingerir esta cantidad. Un estudio realizado muestra que entre el 32 y el 41 % de las mujeres, y entre el 22 % y el 38 % de los hombres de más de 50 años consumen menos de la dosis diaria recomendada de proteínas (Calvani R, 2013).

Por otra parte, los adultos mayores muestran una menor respuesta anabólica a dietas proteicas, lo que implica que las recomendaciones actuales no pueden proteger a las personas de edad avanzada del desarrollo de la sarcopenia. Bajo esta perspectiva, muchos autores sugieren que las personas mayores deben aumentar su ingesta de proteínas a 1,0 o 1,3 g/kg/día. (Gaffney-Stomberg, E, 2009) y esta cantidad de proteína se debe consumir de acuerdo con un patrón de ingesta durante el día a fin de asegurar una respuesta anabólica muscular óptima. (Morley JE, 2010).

Recomendaciones sobre el consumo de lípidos

La grasa que aporta la dieta es esencial para la salud por contribuir a satisfacer las necesidades de energía y aportar ácidos grasos esenciales (AGE) y vitaminas liposolubles. El consumo mínimo necesario para mantener un buen estado de salud varía a lo largo de la vida y entre los individuos. Muchas veces es necesario aumentar el consumo de grasas para superar los problemas de desnutrición calórico-proteica. Las recomendaciones poblacionales están dadas en rangos deseables, ya que no están claramente definidas las ingestas que resultan insuficientes o que varían según las condiciones particulares del grupo etario, especialmente las condiciones relacionadas con la alimentación y con el predominio de enfermedades crónicas relacionadas con la dieta.

Las recomendaciones nutricionales de los informes de FAO (FAO, 1994) y FAO/OMS (FAO/OMS, 2003) aconsejan que la dieta debe aportar entre un 15 y un 30 % de la ingesta energética total.

Las ingestas de AG saturados no deben aportar más de 10 % de la ingesta de energía; la de AG poliinsaturados, entre un 6 y un 10 %; y la de AG trans, no más de un 1 %. Los AG monoinsaturados se calculan por diferencia.

Se aconseja una restricción de la ingesta de colesterol (menos de 300 mg/día).

Recomendaciones sobre ingesta de AG esenciales

AG ω 6 del 5 al 8 % de la ingesta energética total; AG ω 3 del 1 al 2 %. La relación ω 6/ ω 3 en la dieta debería estar entre 5:1 a 10:1.

Las recomendaciones elaboradas por organismos oficiales de EEUU y Canadá (IOM/NAS 2002) coinciden en general con los criterios de los organismos internacionales, aunque haya diferencias en las formas. El consumo de grasas se ha fijado entre el 20 % y el 35 % de la energía. Solo se dan las Ingestas Adecuadas (IA) para los AG ω 6 y ω 3, expresadas en g/día.

Recomendaciones para la ingestión de fibra

No existen determinaciones bioquímicas para evaluar el estado nutricional con respecto a la fibra, ya que, por definición, la fibra no es absorbida, pero, indudablemente, sus potenciales beneficios en la salud humana pueden comprometerse cuando falta en la dieta. Trastornos gastrointestinales pueden mejorarse con una cantidad adecuada de fibra, que está estimada en 15-25 g/1000 kcal (Kritchevsky, 1989).

Si bien aún no hay recomendaciones a nivel internacional, sobre la base de numerosos estudios epidemiológicos y pruebas de intervención, al agregar cantidades conocidas de fibras aisladas o, en algunos casos, alimentos con fibra, se han encontrado relaciones más firmes o significativas entre la fibra y el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular, una constipación y diabetes. La Academia de Medicina de los Estados Unidos concluyó que 14/1000 g/kcal es suficiente para proveer efectos beneficiosos sobre todos los aspectos ya señalados de la fibra (IOM/NAS, 2002) y que las cantidades recomendadas o IA son entre 19 y 38 g/día, dependiendo de las calorías ingeridas en los distintos grupos etarios.

Vitaminas

Las vitaminas son micronutrientes esenciales de naturaleza orgánica, cuya deficiencia causa enfermedades con sintomatología clínica característica y que puede conducir a un daño irreversible y a la muerte. Los estudios bioquímicos han corroborado la etiología nutricional de algunas enfermedades endémicas por déficit vitamínico, lo que ha permitido erradicarlas en algunos países y actualizar las cifras de las IR estimadas en base a estudios epidemiológicos.

La fortificación de alimentos ha contribuido a paliar algunas de esas enfermedades nutricionales que todavía constituyen problemas graves a nivel de salud pública en diversos países y en ciertos grupos poblacionales.

Por otra parte, la creencia de que el exceso de vitaminas es inocuo puede conducir a la automedicación con consumo de cantidades excesivas, que, sobre todo, en el caso de las vitaminas liposolubles, desembocan en cuadros de hipervitaminosis de difícil diagnóstico clínico por su confusa sintomatología. Los indicadores bioquímicos han posibilitado el diagnóstico de hipervitaminosis y toxicidad, lo que ha permitido establecer cifras de “Límites Superiores de Ingesta” para evitar los efectos adversos de algunas vitaminas.

Tanto la intoxicación aguda como la crónica es improbable que se presenten con una dieta normal, pero sí pueden aparecer por el consumo continuo de productos alimenticios enriquecidos en forma no racional o de suplementos dietarios. (Portela, 2006).

Vitaminas hidrosolubles

La mayoría de las vitaminas hidrosolubles tiene la característica de no depositarse en el organismo, ya que el exceso ingerido es eliminado por orina. Por dicho motivo, se ha generalizado el concepto de que las vitaminas hidrosolubles son inocuas. Sin embargo, se han comprobado efectos adversos de algunas de ellas, lo que ha llevado a prestar atención a los excesos y al establecimiento de niveles máximos de cifras libres de riesgo para la fortificación de alimentos. Estos conocimientos han llevado a establecer “Límites Máximos de Ingesta” para varias vitaminas hidrosolubles.

Las IR de vitaminas hidrosolubles se basan, fundamentalmente, en la aplicación de los siguientes indicadores bioquímicos: a) Determinaciones de la vitamina en: sangre

entera, plasma, eritrocitos, leucocitos y orina (al azar, basal, de 24 h, c/sobrecarga); b) Determinaciones de metabolitos: normales o anormales (de vitamina o sustrato), con sobrecarga de sustrato o sin ella; c) Determinaciones enzimáticas en eritrocitos: transcetolasa (B₁); glutatión reductasa (B₂); transaminasas (B₆); d) Otras determinaciones específicas.

En la tabla 7, figuran las cifras actuales de las IR de las vitaminas hidrosolubles para mayores de 50 años. Algunas de ellas merecen una mención especial.

TABLA 4: INGESTAS DIARIAS RECOMENDADAS DE VITAMINAS LIPOSOLUBLES, EN MAYORES DE 50 AÑOS

EDAD	Mujeres		Varones	
	Según NAS	Según FAO	Según NAS	Según FAO
> 51 años				
B1 (mg)	1.1	0.4 mg/1000 kcal	1.2	0.5 mg/1000 kcal
B2 (mg)	1.1	0.6 mg/1000 kcal	1.3	0.6 mg/1000 kcal
B6 (mg)	1.5	1.5	1.7	1.7
Niacina (mg @)	14	14 /día o 6,6 Eq/1000 kcal	16	16 /día o 6,6 Eq/1000 kcal
Folato (µg, EFD) #	400	400	400	400
B12 (µg)	2.4**	2.4**	2.4**	2.4**
Vit. C (mg)	75	45	90	45

® 1EN = 1 Equivalente de Niacina = 1 mg de Niacina o 60 mg de triptofano.

EFD: Equivalente de folato de la dieta: 1 µg/d de folato = 0.6 µg de ácido fólico de alimentos fortificados o suplementos tomados con la = 0.5 µg de suplementos tomados con el estómago vacío.

** Debido a que entre el 10 y el 30 % de la gente mayor puede tener absorción disminuida de vitamina B₁₂ de los alimentos, es recomendable que los mayores de 50 años consuman alimentos fortificados o suplementos para cubrir las RDA.

Vitaminas B₁, B₂ y niacina: Intervienen en el metabolismo energético. Por lo tanto, las IR se deben expresar en relación a la ingesta energética. Sin embargo, en casos de regímenes hipocalóricos, se aconseja una ingesta mínima, expresada en mg/d, para evitar la deficiencia.

Equivalente de folato: los factores derivan del conocimiento de que las formas naturales reducidas del ácido fólico poseen entre una y nueve moléculas de ácido glutámico y deben sufrir una hidrólisis para poder ser absorbidos como monoglutamato. La absorción promedio es del 50 %, mientras que las formas sintéticas agregadas en los

alimentos fortificados o presentes en los suplementos, presentan una absorción de entre el 85 y el 100 %, según se tomen con alimentos o con el estómago vacío, respectivamente.

Vitaminas lipolubles

Este grupo de vitaminas presenta la característica de poder depositarse en el organismo para eliminar por orina una cantidad muy pequeña de algunos metabolitos, muchas veces, no identificados químicamente.

TABLA 5: INGESTAS DIARIAS RECOMENDADAS DE VITAMINAS LIPOSOLUBLES, EN MAYORES DE 50 AÑOS

EDAD	Mujeres		Varones	
	Según NAS	Según FAO	Según NAS	Según FAO
A (µg)	>51 años 700@	>65 años 600 EqR	>51 años 900@	>65 años 600 EqR
D (µg) #	51-70 años: 15 µg >70 años: 20 µg	>65 años 15 µg	51-70 años: 15 µg >70 años: 20 µg	>65 años 15 µg
E (mg) &	>51 años 15 mg	>65 años 7.5 mg	>51 años 15 mg	>65 años 10 mg
K (µg)	>51 años 90 µg	>65 años 55 µg	>51 años 120 µg	>65 años 65 µg

@ Como Equivalentes de actividad de retinol (RAE). 1 EqAR= 1µg de retinol, 12 µg βcaroteno, 24 µg de α caroteno, o 24 µg de β criptoxantina en los alimentos. Para calcular el EqAR a partir del ER de carotenoides provitamina A en los alimentos, se deberá dividir el ER por 2. Para la vitamina A preformada en los alimentos o suplementos y para los carotenoides provitamina A de los suplementos, se debe considerar 1ER=1EqAR.

En ausencia de exposición a la luz solar. 1µg de colecalciferol = 40 UI de vitamina D.

& Como α-tocoferol, que incluye RRR- α-tocoferol (forma natural en los alimentos) y los 2-R-estereoisómeros (RRR, RSR, RRS y RSS) que están presentes en los alimentos fortificados y en los suplementos.

Problemas nutricionales prevalentes en Argentina

Argentina no cuenta con encuestas sistemáticas de consumo de alimentos en todos los grupos etarios, lo cual incide en la escasez de datos de ingesta de nutrientes. Esta información resulta imprescindible para diagnosticar problemas nutricionales e implementar estrategias para prevenirlos y/o corregirlos, sobre todo en los grupos vulnerables.

En las últimas décadas del siglo XX, el punto de partida para elaborar una hipótesis acerca del estado nutricional se ha basado en la información suministrada por las “Hojas

de Balance de Consumo aparente de alimentos”, elaboradas por FAO. Esa información representa el consumo diario promedio per cápita de los principales alimentos de la canasta familiar. En la siguiente tabla, se han volcado los registros de las últimas décadas.

TABLA 6: CONSUMO APARENTE PROMEDIO DIARIO DE LOS PRINCIPALES ALIMENTOS QUE COMPONEN LA CANASTA FAMILIAR, EN ARGENTINA

Período	1980-1984 *	1992-1994 **	FAO 2000	FAO 2009***
Alimento	g/día/habitante			
Harina de trigo	237	302	317	251
Harina de maíz			2.7	
Arroz	13	15		
Carne de vaca	205	177	164	148
Carne de cerdo		16	22	22
Carne de cordero		6.4		
Pollo	43	48	77	92
Pescados	8	22	39	
Leche fluida	190			
Leche (leche fluida + lácteos)		539	606	530
Quesos	20			
Vino	165	129		
Papas	151	139	135	96
Bebidas gaseosas	124			
Cítricos	102	131	93	106
Azúcar	97	98	103	130
Manzana	55	35	40	37
Tomate	47	63	54	43
Aceites	27	43	46	38
Zapallo	25			
Huevo	23	17	39	30

* Tomado de S. Britos, Boletín CESNI, 1987 (Britos S, 1987)

** FAO, Hojas de Balance de Alimentos, Colección FAO: Estadística número 131, Roma 1996. # FAO, Hojas de Balance de Alimentos, Colección FAO, Roma 2000.

*** FAO STAT 2009. <http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368#anchor>

Los alimentos básicos están constituidos por harina de trigo y carne vacuna. La leche y los productos lácteos ocupan el tercer lugar, con cifras coincidentes con los datos del “Informe Estadístico de Leche y Productos Lácteos” (Labriola, 1996). Cítricos, tomate, pollo, aceites, zapallo se consumen en cantidades muy bajas, y no figuran verduras ni hortalizas, por ser de consumo muy bajo.

La transformación de alimentos consumidos a nutrientes, utilizando la Base de Datos de la Tabla de Composición de Alimentos de Argenfoods y Latinfoods, arrojó los siguientes resultados:

TABLA 7: CONSUMO APARENTE PROMEDIO DIARIO DE NUTRIENTES APORTADOS POR LOS ALIMENTOS QUE COMPONEN LA CANASTA FAMILIAR EN ARGENTINA, SEGÚN FAO, AÑO 2000

Nutriente	Aporte promedio	Nutriente	Aporte promedio
Energía	2543 Kcal	Hierro	19,0 mg
Proteínas	105,5 g	Zinc	16,5 mg
Lípidos	77,9 g	Niacina	28,9 mg
Fibra	15,2 g	Folatos	1081 µg
Calcio	775 mg	Vitamina A	410 (µg ER)
ÁGS	23,1 g	Tiamina (B₁)	3,6 mg
AGMI	24,3 g	Riboflavina (B₂)	2,2 mg
AGPI	24,7 g	Vitamina B₁₂	6,5 µg
Colesterol	359 mg	Vitamina C	69 mg

Este análisis fue tenido en cuenta para desarrollar las “Guías Alimentarias para la Población Argentina” (AADYN, 2002), considerando que el consumo insuficiente de alimentos prioritarios, aislados o como ingredientes de alimentos multicomponentes, es causa de que existan nutrientes críticos, que, potencialmente, pueden ocasionar problemas de salud pública (Haytowitz, DB, 2002) (Sammán N, 2003).

Esas características de alimentación implican una ingesta proteica elevada con un aporte de grasas ligeramente inferior al 30 % de las calorías totales, valor recomendado por algunos organismos internacionales.

El consumo de lácteos es de fundamental importancia para aportar calcio, zinc, y vitaminas A, D y B₂. Sin embargo, su bajo consumo permite inferir que la ingesta promedio de vitaminas A y D va a ser marginal o francamente deficitaria, según el

grupo etario, pese a que la mayor parte de la leche que se comercializa está fortificada con estas vitaminas.

En relación a vitamina A, los datos de las hojas de balance fueron confirmados por diversos trabajos de evaluación del estado nutricional, mediante encuestas parciales llevadas a cabo en individuos de diferentes edades y nivel socioeconómico, desde la década de 1980 (Ribonetto, 1989); (Rovirosa, 1993); (Pacín, 1999).

Además, en algunos casos, fueron corroborados por la determinación de retinol plasmático (Sanahuja, 1985); (Boyer, 1987); (Portela, 1993).

Los datos de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud, realizada entre los años 2004 y 2005, en mujeres de 10 a 49 años (Encuesta Nacional de Nutrición y Salud, 2007) corroboraron los hábitos alimentarios comunes a la mayor parte de la población Argentina y concluyeron en que:

- ✓ La ingesta de energía podría considerarse baja para este grupo poblacional, sobre todo si se lo evalúa en el marco de una población con alta prevalencia de sobrepeso, discrepancia que puede responder a un subregistro de la ingesta de energía. Además, se registró un elevado sedentarismo.
- ✓ La distribución del total de energía consumida en los macronutrientes responde a una distribución armónica y apropiada, aunque presentó diferencias entre los hogares según su caracterización socioeconómica. Los hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI) mostraron un consumo de grasas inferior y de hidratos de carbono significativamente superior a las mujeres de hogares sin NBI.
- ✓ Otros nutrientes con alta prevalencia de inadecuación fueron calcio, vitamina A, vitamina C, ácidos grasos poliinsaturados y fibra, independientemente de localización geográfica, situación socioeconómica y edad.
- ✓ Por todo ello, podemos suponer que el grupo de tercera edad presentaría las mismas tendencias, por provenir de hogares que son representativos de la población argentina y dependientes de la influencia de la mujer en la preparación de las comidas.

Algunos estudios puntuales en población añosa se han llevado a cabo en los últimos años, dada la prevalencia creciente de este grupo etario.

Recientemente, se realizó un estudio en 100 adultos (70 mujeres y 30 hombres) de 65 a 92 años de edad, residentes en CABA, no hospitalizados o institucionalizados, utilizando

un cuestionario cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos. El análisis global de los resultados mostró un importante consumo de carnes y alimentos industrializados en detrimento de otros, como frutas, vegetales y lácteos. La ingesta energética fue alta, con un 35 % de la energía aportada por las grasas (especialmente saturadas, con una distribución porcentual de saturados: monoinsaturados; poliinsaturados de 14:14:7) y bajo el consumo de fibra. Además, un 25 % del grupo presentó una ingesta insuficiente de vitaminas A y C, estrechamente relacionadas con los mecanismos de defensa. La prevención de la deficiencia de vitamina A es de gran importancia para disminuir la morbi-mortalidad en todas las edades y disminuir la incidencia de algunos tipos de cáncer en adultos de diferentes edades. (Silva, 2011) (Silva 2012).

En relación a la vitamina D, existen varios trabajos de la última década que han evidenciado en la población añosa de diferentes zonas de Argentina niveles de 25-OH-vitamina D indicativos de inadecuado estado nutricional, así como un elevado número de sujetos con fracturas previas (Pantalech, 2005).

Esta deficiencia de vitamina D también se comprobó en adultos mayores de 65 años que vivían en casas particulares o en residencias de auto válidos del Programa de Atención Médica Integral (PAMI) de la CABA -34° latitud Sur- (Seijo, 2012).

En Buenos Aires (latitud 34) y de existir una exposición solar adecuada, la irradiación solar, aún en invierno, sería suficiente para asegurar niveles plasmáticos adecuados de 25-OH-D, Sin embargo, es poco común que la gente añosa realice actividades al aire libre o se exponga al sol. Por otra parte, está documentado que durante el proceso de envejecimiento disminuye el 7-dehidro colesterol presente en la epidermis (NAS, 2010). Los alimentos que proveen esta vitamina en cantidades importantes son escasos: huevo y grasa láctea. Además, dichos alimentos son de consumo limitado por la población añosa como consecuencia de los consejos de su baja ingesta para reducir la hipercolesterolemia.

La insuficiencia de vitamina D, además de tener efecto deletéreo sobre la salud ósea, también tendría impacto negativo en la salud cardiovascular, mayor incidencia de algunos cánceres, enfermedades autoinmunes e, incluso, mayor mortalidad. Por lo tanto, la suplementación con vitamina D en este grupo etario es fundamental para obtener y mantener niveles óptimos de vitamina D tanto para la salud ósea como para la salud general del individuo.

Estrategias para la corrección de los problemas nutricionales prevalentes en tercera edad

Las estrategias generales para corregir problemas nutricionales deberían estar basadas en promover cambios de hábitos alimentarios mediante una educación nutricional. Esas acciones son difíciles de implementar debido a actitudes culturales y problemas socioeconómicos que dificultan la realización cambios para incorporar alimentos que aporten los nutrientes deficitarios. Además, cabe destacar que, de no producirse, estos cambios no tienen efecto en el corto plazo y resulta difícil su mantenimiento a lo largo del tiempo.

Existen estrategias efectivas para combatir las deficiencias de nutrientes. Estas consisten en tratamiento farmacológico, administración de suplementos dietarios, o fortificación/enriquecimiento de los alimentos.

El tratamiento farmacológico implica la administración de nutrientes como fármacos. Se debe aplicar cuando las deficiencias son graves, en casos diagnosticados clínicamente y requiere el seguimiento médico.

La administración de suplementos dietarios está contemplada en el Código Alimentario Argentino (CAA) que los define como “los productos destinados a incrementar la ingesta dietaria habitual, suplementando la incorporación de nutrientes en la dieta de las personas sanas que, no encontrándose en condiciones patológicas, presenten necesidades básicas dietarias no satisfechas o mayores a las habituales”.

La fortificación de alimentos, según FAO/WHO, se define como:

la práctica de aumentar deliberadamente el contenido de un micronutriente esencial, es decir vitaminas y minerales, en un alimento independientemente de si los alimentos estaban originalmente en la comida antes de la transformación o no, así como para mejorar la calidad nutricional de los alimentos y para proporcionar un beneficio para la salud pública con un riesgo mínimo para la salud

En tanto considera el enriquecimiento como sinónimo de fortificación mediante la adición de micronutrientes a un alimento cuando se han perdido durante el procesado.

La fortificación de alimentos es una medida efectiva a nivel poblacional si se elige la fuente más adecuada de los nutrientes que se quieren utilizar, así como la formulación y los procesados que optimicen su biodisponibilidad. (Liyanage, 2011).

La fortificación de alimentos requiere el cumplimiento de requisitos mínimos para que su implementación logre las metas nutricionales deseadas. Los criterios generales enunciados por el *Food and Nutrition Board* de la *National Academy of Sciences* para llevar a cabo la fortificación/enriquecimiento de alimentos son:

- Comprobación de que la ingesta de un nutriente está por debajo del nivel deseable en las dietas de un número significativo de personas.
- El alimento que se quiere fortificar, elegido como vehículo, debe ser consumido en cantidades que aseguren un aporte significativo y constante en las dietas de las poblaciones que presentan una ingesta insuficiente del nutriente en cuestión.
- La fortificación no debe crear desequilibrio de nutrientes esenciales.
- Los nutrientes agregados deben ser fisiológicamente disponibles en el alimento fortificado.
- El alimento fortificado debe ser estable en condiciones de almacenamiento y uso normales.
- Existe seguridad razonable de que no ocurra ingesta excesiva o efectos adversos. Para ello, se debe calcular del contenido máximo de micronutrientes por porción aplicando la siguiente fórmula:

Límite superior de ingesta (UL) – (cantidad de micronutriente de la dieta + cantidad de micronutriente del alimento fortificado)/Número de porciones

(FAO, 2006); (Food Safety Network. Food Fortification. 2011).

El CAA, en su art. 1363, define “Alimentos Fortificados” a aquellos en los cuales la proporción de proteínas y/o aminoácidos y/o vitaminas y/o sustancias minerales y/o ácidos grasos esenciales es superior a la del contenido natural medio del alimento corriente, por haber sido suplementado significativamente.

Además, en el art. 1369, dice que se entiende por “Alimentos Enriquecidos” a aquellos a los que se han adicionado nutrientes esenciales (vitaminas y/o minerales y/o proteínas

y/o aminoácidos esenciales y/o ácidos grasos esenciales) con el objeto de resolver deficiencias de la alimentación que se traducen en fenómenos de carencia colectiva.

La elaboración y expendio de dichos alimentos será permitida cuando:

- a) La autoridad sanitaria competente determine las adiciones necesarias y sus concentraciones, los tipos de alimentos sobre los que se podrán efectuar, las exigencias de rotulación, las características del expendio y su alcance.
- b) Se haya probado que las deficiencias de alimentación no pueden ser corregidas en forma económica con alimentos normales o corrientes.
- c) Las carencias deberán ser establecidas por la comunidad científica que identificará el problema, los grupos poblacionales afectados y la magnitud del alcance (regional, multiregional o nacional)".

En la República Argentina, existen dos leyes específicas referidas al enriquecimiento de alimentos:

Ley 17.259: En todo el territorio nacional, la sal para uso alimentario humano o para uso alimentario animal, deberá ser enriquecida con yodo en la proporción, forma y dentro de los plazos que determine la reglamentación respectiva. El mismo tratamiento deberán recibir las sales sin contenido de sodio o modificadas con menor contenido de sodio, cuyo uso se recomienda para combatir la hipertensión arterial.

Ley 25.630; Establece normas para la prevención de las anemias y las malformaciones del tubo neural tales como la anencefalia y la espina bífida. En su art. 3º, establece que la harina de trigo destinada al consumo que se comercializa en el mercado nacional, será adicionada con hierro, ácido fólico, tiamina, riboflavina y niacina.

Diseño de alimentos especiales: alimentos funcionales

El concepto de alimentos funcionales (AF) surgió en Japón en la década de 1980, en base a un programa gubernamental *Foods for Specified Health Use* (FOSHU), cuyo objetivo era desarrollar alimentos saludables para una población que envejecía y, por lo cual, su expectativa de vida era cada vez mayor. En 1991, el FOSHU fue legislado y el

concepto inicial evolucionó y fue ampliado, por lo que, actualmente, existe una gran variedad de definiciones generadas por diferentes organismos. (Durán R, 2010).

La Academia Nacional de Ciencias de los Alimentos (*National Academy of Sciences Food*) y el Comité de Nutrición (*Nutrition Board*), de los Estados Unidos, definió en 1994 a los AF como “alimentos modificados o ingredientes que pueden proveer un beneficio para la salud, más allá de los nutrientes que poseen.”

La *American Dietetic Association* (ADA) define a los AF como aquellos que poseen potenciales efectos beneficiosos para la salud en cantidades efectivas cuando son consumidos como parte de una dieta variada; la definición abarca alimentos integrales, fortificados, enriquecidos o mejorados (diseñados).

Necesidad del diseño de alimentos para tercera edad

Es un desafío aumentar la comprensión de las necesidades alimentarias de este grupo vulnerable y demostrar cómo la nutrición puede ayudar a lograr un proceso de envejecimiento saludable.

El diseño de alimentos adecuados para tal fin puede marcar la diferencia en cuanto a la calidad de vida, porque ofrece soluciones que están basadas en el cuidado óptimo de la nutrición de este creciente sector de la población. Esto requiere mantener un estrecho contacto y colaboración con los niveles más altos de la comunidad científica. Existen iniciativas con el objetivo de coordinar la investigación sobre la nutrición de las personas mayores, para mejorar su calidad de vida, reducir los costos de la salud pública a través de la prevención de las enfermedades relacionadas con la nutrición, y fomentar el desarrollo de productos alimenticios nutricionalmente equilibrados y especialmente diseñados para los ancianos.

En Europa ha surgido el proyecto Nutri-Senex, que reúne institutos de investigación, fabricantes de alimentos, universidades, organizaciones de atención y especialistas para fomentar el desarrollo de nuevos productos alimenticios y aumentar la conciencia y el nivel de conocimientos (Moreiras O, 1993) (Beltrán B, 2001) (del Pozo, S 2003).

Para fomentar la utilización de los alimentos destinados a promover mejor calidad de vida y bienestar entre los adultos mayores, la industria de la alimentación debe estar convencida de la importancia de este mercado.

Esto debería fomentar el desarrollo de los productos alimenticios que están específicamente diseñados para demostrar que los alimentos saludables también pueden ser sabrosos y que no es necesario cambiar la dieta por completo.

En general, las personas mayores están exigiendo alimentos más adecuados y aceptables, en términos de sabor, beneficios para la salud, conveniencia y envasado.

En base a los antecedentes mencionados, el diseño de alimentos que cubran las necesidades específicas de los nutrientes, cuya deficiencia incide en la calidad de vida y en los gastos de los sistemas de salud, es un área de gran importancia a nivel de salud pública. Desde el **punto de vista tecnológico**, se deberán aunar las propiedades funcionales con las características físicoquímicas (textura, fluidez) y organolépticas (sabor, aroma), que hagan adecuado y agradable el consumo de dichos productos, así como de sencilla preparación.

Las industrias de alimentos de los países desarrollados son cada vez más conscientes de las necesidades específicas de las personas mayores y han comenzado a desarrollar productos diseñados para este segmento específico de la población.

Dentro de esta industria alimentaria invierte cada vez más en productos adecuados a este grupo de edad. Se trata de alimentos que, bien por su textura, bien por sus nutrientes, aportan ventajas específicas para la tercera edad, aunque pueden ser consumidos por otros grupos poblacionales susceptibles de presentar las mismas deficiencias nutricionales.

Es muy importante no llegar de manera errónea a la comercialización y a la publicidad de un producto diseñado para las personas mayores. Nadie quiere que se le recuerde que están recibiendo los productos "para viejos". En este sentido, la publicidad para la "tercera edad" puede ser la manera más rápida de llegar al fracaso.

En lugar de combatir los temores de los consumidores a envejecer, se propone reformular el término "ancianos" por el de "mayor" para hacer la propuesta más atractiva. Resulta de gran utilidad resaltar la conveniencia de la facilidad de apertura y facilidad de uso. Esto puede influir en las decisiones de compra de un consumidor más viejo.

El diseño de productos propuesto en este trabajo parte de la estrategia de modificar alimentos de uso habitual que permitan, además de nutrir, mantener el placer de comer y facilitar la ingesta en personas que tienen dificultades para hacerlo, con la finalidad de

mejorar la satisfacción que se experimenta con la comida y disminuir el riesgo subyacente de malnutrición.

Este concepto tiene su aplicación en personas con problemas de masticación, con dificultad para la deglución y, en general, cuando queremos asegurar suficiencia nutricional; se aplica sobre todo a ancianos que puedan beneficiarse con algún tipo de enriquecimiento de su alimentación.

Una alimentación modificada sirve para hacerla apta a diferentes condiciones fisiopatológicas de la persona beneficiaria partiendo de una alimentación tradicional y ajustándose a nuestra cultura de alimentación. Al modificar los alimentos, podemos asegurarnos una suficiencia y un enriquecimiento nutricional, adaptando las necesidades nutricionales, la textura y el sabor y, a su vez, la sencillez de la preparación, el aspecto de “plato hecho en casa”.

Algunas de las consideraciones tenidas en cuenta al momento de elegir el alimento objeto de este trabajo fue tener en cuenta que uno de los problemas que limita la autonomía de los mayores, en la preparación y el consumo de alimentos, es la pérdida de visión, obstáculo importante a la hora de adquirir alimentos, diferenciar envases y leer etiquetas.

Es necesario demostrar que los alimentos saludables también pueden ser sabrosos y que no es necesario cambiar la dieta por completo.

2. Objetivos

2. Objetivos

Objetivo general

El presente proyecto se focaliza en las oportunidades que ofrece la nutrición preventiva y en el aprovechamiento de los potenciales efectos beneficiosos de los alimentos funcionales para la salud.

El diseño de productos propuesto en este trabajo parte de la estrategia de modificar alimentos de uso habitual que permitan, además de nutrir, mantener el placer de comer y facilitar la alimentación en personas que tienen dificultades para hacerlo, con la finalidad de mejorar la satisfacción que se experimenta con la comida y disminuir el riesgo subyacente de malnutrición.

El desarrollo de productos alimenticios deberá contemplar el incremento de la densidad nutricional de la dieta requerida por el grupo etario en cuestión, en especial, en el contenido de vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales, fibra, proteínas y carbohidratos complejos.

Se tendrán en cuenta las preferencias y limitaciones de la población anciana a la que se quiera beneficiar.

Se deberán considerar las dificultades en la masticación debidas a la pérdida de dientes, que dificultan la elección de la comida y, a menudo, dan como resultado problemas nutricionales.

Objetivos particulares

- Desarrollar preparaciones en base a las necesidades específicas de ancianos, teniendo en cuenta que deberán ser de una calidad igual o superior a la de los productos similares para consumidores normales.
- Calcular la cantidad de los nutrientes deficitarios que se deberían incorporar para lograr una alimentación equilibrada en ancianos.
- De acuerdo al relevamiento previo realizado, las propuestas que se desarrollarán deben contemplar la incorporación de productos con mayor densidad energética y

que aporten proteínas de elevado valor biológico, ácidos grasos esenciales, vitaminas A, D y E, y que cuiden la relación $\omega 6 / \omega 3$.

- Realizar la evaluación biológica del producto desarrollado.
- Definir el perfil sensorial de apariencia, aroma, sabor y textura de budines mediante análisis descriptivo cuantitativo (QDA).
- Definir la aceptabilidad sensorial de dichas muestras con consumidores habituales de este tipo de producto.

Para fomentar la utilización de los alimentos destinados a promover una mejor calidad de vida y el bienestar entre los adultos mayores, la industria de la alimentación debe estar convencida de la importancia del mercado que estos representan. El cambio en el desarrollo de productos alimenticios tiene que ser iniciado en respuesta al rápido crecimiento de este sector de la población. En general, las personas mayores están exigiendo alimentos más adecuados y productos aceptables —en términos de sabor—, beneficios para la salud y conveniencia en su manipulación.

3. Materiales y métodos

3. Materiales y métodos

➤ **MATERIAS PRIMAS**

➤ **MATERIALES**

Materias primas utilizadas en la elaboración de los productos desarrollados

Las materias primas básicas utilizadas y los productos desarrollados fueron provistos por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Centro de Cereales y Oleaginosas, Sede 9 de Julio.

- Harina de trigo
- Harina de soja semidesengrasada (HSSD)
- Harina de lino semidesengrasada (HLSO)
- Aceite de oliva
- Aceite de maíz
- Manteca
- Azúcar
- Ovoalbúmina
- Levadura
- Cremor tártaro
- Propionato de calcio

Diseño de una mezcla de vitaminas para agregar a los ingredientes y/o productos

Para el desarrollo de la mezcla de vitaminas, se contó con la asistencia y el respaldo técnico de la firma Fortitech, líder mundial en la fortificación de alimentos y desarrollo de sistemas nutricionales (Figura 6).

➤ **PRODUCTOS**

Se elaboraron tres variedades de budín:

- Budín base
- Budín base sabor vainilla
- Budín base sabor chocolate

FIGURA 6: PROTOCOLO DE LA PREMEZCLA DE VITAMINAS ELABORADA POR FORTITECH

•••FORTITECH
STRATEGIC NUTRITION™
PLANILLA DE PRODUCTO

(Producto desarrollado para: UBA-Facultad de Farmacia y Bioquímica)

DESCRIPCIÓN: Premezcla de Vitaminas para Budines

CÓDIGO DEL PRODUCTO: FT092116SA

BASE DE LA FORMULACIÓN: De acuerdo con las informaciones proveídas por el cliente, la premezcla deberá tener la siguiente composición demostrada en la etiqueta:

COMPOSICIÓN EN 45 MG DE PREMEZCLA (MÍNIMO):

Vitamina A (como Vitamina A Acetato)	486,667 UI
Vitamina D3 (como Colecalciferol)	308 UI
Vitamina E (como Vitamina E Acetato)	11,473 UI
Maltodextrina	C.S.P.

DOSIS DE UTILIZACIÓN: 45 mg de premezcla / 100 g de producto

VALIDEZ: 6 meses bajo condiciones adecuadas de almacenaje.

ALMACENAJE: Almacenar en local seco y aireado. Mantener al abrigo de la luz solar directa. Evitar calor excesivo.

APLICACIÓN: Esta premezcla fue formulada para UBA-Facultad de Farmacia y Bioquímica, conforme solicitud previa, con la finalidad de enriquecer un producto nutricional. Considerando que esta es una premezcla con formulación específica, el departamento de desarrollo de nuevos productos (o departamento equiparado) de UBA-Facultad de Farmacia y Bioquímica deberá revisar completamente la formulación de esta premezcla, de forma a garantizar su compatibilidad con el producto final deseado.

RESPONSABILIDAD: UBA-Facultad de Farmacia y Bioquímica es la única responsable por la verificación y realización de los testes mencionados arriba y eventuales solicitudes de revisión, sendo que, una vez efectuado el 1º pedido comercial, la premezcla será considerada plenamente aprobada.

CERTIFICADO DE CALIDAD: Todos los lotes de producción son proveídos con un Certificado de Calidad.

ASISTENCIA TÉCNICA: La asistencia técnica será prestada por el grupo técnico de FORTITECH SOUTH AMERICA INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA, a la Rod. Santos Dumont – SP 075 – Km 68 – s/n – Pista Norte – Viracopos – Campinas – SP – Brasil – CEP 13053-050, Teléfono: +55-19-3765-8900, Fax: +55-19-3265-1022.

AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN: Firmando esta hoja de PDS, el cliente confirma que la información induida y las especificaciones son exactas, verdaderas y correctas y que cumplen con las legislaciones y regulaciones relevantes emitidas por las entidades del gobierno.

ELABORACIÓN

Se consultaron diferentes recetarios, luego de lo cual se realizó el procedimiento descrito a continuación:

1. Mezclar la manteca junto con el azúcar y los aceites a punto pomada (aproximadamente a 20 °C) hasta obtener una mezcla homogénea.
2. Mezclar, en un recipiente aparte, todos los demás ingredientes, a excepción del agua.
3. Incorporar todos los ingredientes a la mezcla homogénea.
4. Incorporar agua.

5. Batir durante 5 minutos en alta velocidad.
6. Colocar en moldes de aluminio de 350 g (20 cm de largo x 6 cm de ancho y 5 cm de profundidad).
7. La cocción se realizó en un horno (horno convector eléctrico marca Pauna p/4 bandejas de 44 x 32 - Mod. Beta 21 ipa.), a 200 °C durante 10 minutos; luego se bajó la temperatura a 170 °C y se mantuvo así durante 10 minutos.
8. Finalmente, se dejó enfriar a temperatura ambiente.

FIGURA 7A: BUDINES A BASE DE MANTECA ELABORADOS SEGÚN RECETA TRADICIONAL





FIGURA 7B: BUDINES ELABORADOS CON LA FORMULACIÓN PROPUESTA



➤ **MÉTODOLOGÍA**

Preparación de las muestras

Para el estudio de los budines elaborados las mismas fueron finamente procesados en molino Restch grindomix GM200.

Reactivos

Todos los reactivos utilizados fueron de grado analítico.

Se utilizó agua destilada para preparar todas las soluciones de reactivos.

El material de vidrio se lavó con agua y detergente, se enjuagó con agua destilada y se secó en estufa a 40 °C.

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CENTESIMAL

El contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasa y fibra dietaria total se determinó siguiendo la metodología especificada por AOAC (AOAC, 2000).

Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Humedad

Para establecer el contenido de humedad (H%), se utilizó un método indirecto por secado en estufa a presión reducida (AOAC 925.09).

Cenizas

Se procedió de acuerdo a la metodología AOAC 923.03 (calcinación en mufla a 550°) para establecer el contenido porcentual de cenizas (C%).

Proteína

Se utilizó la metodología AOAC 984.13 (método de Kjeldahl) para establecer el contenido de proteína (P%). La mezcla catalizadora utilizada fue K₂SO₄:Se (100:1).

Se utilizó el factor (f) 6,25 para transformar el nitrógeno en proteína.

Materia grasa

Mediante el método AOAC 954.02 (ataque ácido), se estableció el porcentaje de grasa (G%).

Fibra dietaria total

El contenido de fibra dietaria total (FDT%) se realizó sobre muestras secas y desgrasadas. Se utilizó la metodología AOAC 985.29 aplicada mediante un kit comercial marca Megazyme[®]. El método implica una serie de tres digestiones enzimáticas en baño termostático con agitación: α -amilasa termoestable (30 min, 100 °C, pH 6), proteasa (30 min, 60 °C, pH 7,5 \pm 0,1) y amiloglucosidasa (20 min, 60 °C, pH 4,5 \pm 0,2). Se utilizó como medio de incubación buffer fosfato pH 6,0. Se reguló el pH en la 2^{da} y 3^{era} incubación utilizando soluciones de NaOH 0,275 N y HCl 0,325 N, respectivamente.

Finalizada la última digestión, se trató con 4 veces el volumen de trabajo con etanol 95° para precipitar la fibra soluble. Se dejó decantar durante toda la noche a temperatura ambiente. El digerido se filtró bajo vacío en crisol filtrante Duran-Schott[®] n.º 3 con lecho de celite previamente tarado. El residuo retenido en el crisol se lavó con dos porciones de etanol 78°, etanol 95° y acetona. Finalmente, los crisoles fueron secados en estufa de vacío a 70 °C hasta peso constante.

Para realizar la corrección de los residuos por proteína y cenizas, en uno de los duplicados, se determinó el contenido de proteína y en el otro el de cenizas.

Para obtener el FDT%, se corrigió el peso del residuo seco restando el porcentaje correspondiente al peso de proteínas y cenizas presentes en él.

Carbohidratos

El contenido porcentual de carbohidratos (% CH) se estableció por diferencia según la fórmula:

$$\text{CH \%} = 100 - (\text{H\%} + \text{C\%} + \text{P\%} + \text{G\%} + \text{FDT\%})$$

Perfil de ácidos grasos

Perfil de ácidos grasos: Determinado por cromatografía gaseosa. Derivatización según Norma IRAM 5650 Parte II (IRAM, 1982). Cromatógrafo: Perkin Elmer Claurus 500. Columna: Supelco SP 2560 100 m x 0,25 mm x 0,20 μ m. Detector FID 280 °C, empleando nitrógeno como gas carrier.

ENSAYOS BIOLÓGICOS

Pruebas de eficiencia biológica mediante modelos experimentales en ratas

Para evaluar la eficacia de las formulaciones propuestas, se utilizaron modelos “in vivo” en ratas de la cepa Wistar, en crecimiento, que presentan requerimientos de nutrientes que permiten que los resultados puedan ser extrapolados al ser humano.

Los animales pertenecían al bioterio de las Cátedras de Nutrición y de Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA. Todos los animales permanecieron en condiciones controladas de humedad ($55 \pm 10\%$) y temperatura ($21 \pm 1^\circ\text{C}$), con ciclos de 12 h de luz/oscuridad, y se alimentaron, durante todo el período experimental, con libre acceso al alimento y al agua desionizada.

Los animales fueron mantenidos de acuerdo a la guía para el uso y cuidado de animales de laboratorio (ILAR – NRC, 1996). El protocolo experimental fue aprobado por el comité de Ética de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires N°: 171111-3.

Una vez diseñada la experiencia, se realizó el apareo de los animales para contar con el número de individuos necesario y suficiente acorde a los principios de las 3 R (refinamiento, reducción y reemplazo).

FIGURA 8: BIOTERIO, JAULAS DE APAREO Y GESTACIÓN



Los nacimientos se produjeron luego de un período de gestación de 21 días, ajustando el número de crías a 8 por madre.

FIGURA 9: BIOTERIO, MADRE CON SUS CRÍAS



El destete de las crías se realizó entre los 21 y 23 días, con un peso aproximado de 35 g.

FIGURA 10: BIOTERIO, CRÍAS AL DESTETE



Al iniciar cada experiencia, se registró el peso individual, se procedió al loteo y al alojamiento en jaulas individuales suspendidas, con piso de malla, para evitar la coprofagia. Dentro del bioterio, cada lote fue alojado en la estantería correspondiente, formando columnas, de manera de minimizar las diferencias de luz y de temperatura de los animales de cada lote, que se pueden dar a distintas alturas de las jaulas.

Debido a que en esta etapa de la vida de los animales no existen diferencias entre machos y hembras, se trabajó indistintamente con ambos sexos.

FIGURA 11: BIOTERIO, ÁMBITO DE DESARROLLO DE LAS EXPERIENCIAS



Determinaciones realizadas:

- Valor biológico de las proteínas.
- Niveles plasmáticos de vitaminas A, E y 25-OH colecalciferol.
- Perfil lipídico en suero.
- Perfil de ácidos grasos en muestras biológicas (plasma, membrana de eritrocito, tejido cardíaco, tejido adiposo).

Para llevar a cabo esta etapa, se desarrollaron modelos independientes:

- Evaluación del valor biológico de la proteína mezcla.
- Evaluación del impacto de la fortificación con vitaminas.
- Evaluación del impacto en el perfil lipídico.

Alimentación

Una vez preparada la cantidad calculada de dieta, se la mantuvo en cámara fría a 4° C, siendo fraccionada cada dos días en recipientes individuales, y procediéndose a su llenado y pesada para el registro, en ese lapso de tiempo el consumo, por diferencia de pesada.

FIGURA 12: BIOTERIO, RECIPIENTES DE FRACCIONAMIENTO DE DIETA



FIGURA 13: BIOTERIO, PESAJE DE RECIPIENTES PARA CONTROL DE INGESTA



Dietas

Las dietas se elaboraron en base a las recomendaciones del *American Institute of Nutrition* (Reeves PG, 1993), que cubren los requerimientos de nutrientes de los

roedores. En la Tabla 8, se detalla la composición de la dieta AIN'93G para la rata de laboratorio en crecimiento.

TABLA 8: COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS PARA RATAS SEGÚN AIN'93 G

Componente	Crecimiento AIN'93 G
	100 g de dieta
Caseína (con ≥85% de proteínas)	20,0
L-cistina	0,3
Aceite de soja (sin aditivos)	7,0
Fibra (celulosa)	5,0
Mezcla mineral (AIN-G93-MX) *	3,5
Mezcla vitamínica (AIN-G93-MX) *	1,0
Sacarosa	10,0
Bitartrato de colina (con 41.1% de colina)	0,25
Dextrina (con 90-94% de tetrasacáridos)	c.s.p. 100 g

* La composición se detalla en el anexo 1

♣ La composición se detalla en el anexo 2

Evaluación de la calidad proteica

Se trabajó con tres grupos de animales. Uno de ellos recibió dieta libre de proteínas (LP); otro, dieta de caseína suplementada con L-cistina al 2 % (CC), y el tercer grupo recibió la dieta experimental de budín.

Sobre la base de las recomendaciones AIN'93 para la preparación de dietas para roedores, se formularon las dietas para la evaluación de la calidad proteica en las cuales el contenido de proteínas fue ajustado al 10 % (Pellett and Young, 1980), incorporando para ello la cantidad necesaria de la materia prima que se quería estudiar (caseína o budín) y completándose con el resto de nutrientes, tal como se indica en la tabla 9.

La misma cubre los requerimientos de nutrientes según las recomendaciones del American Institute of Nutrition de 1993 (AIN93G) para el crecimiento de ratas normales (Reeves PG, 1993).

TABLA 9: FORMULACIÓN DE DIETAS EXPERIMENTALES PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD PROTEICA

Componente	Dieta LP	Caseína	Experimental
	Expresados cada 100 g de dieta		
Caseína (86 % de proteínas)	-	11,6	-
L-cistina	-	0,3	-

Aceite de soja (sin aditivos)	15	15	3,1
Budín liofilizado			53,9
Fibra	5,0	5,0	-
Mezcla mineral (AIN-G93-MX) *	3,5	3,5	3,5
Mezcla vitamínica (AIN-G93-MX) ♣	1,0	1,0	1,0
Bitartrato de colina (41.1 % de colina)	0,25	0,25	0,25
Dextrina (90-94 % de tetrasacáridos)	c.s.p. 100 g	c.s.p. 100 g	c.s.p. 100 g

* La composición se detalla en el anexo 1

♣ La composición se detalla en el anexo 2

Con el objetivo de que las dietas, experimentales, libre de proteínas y control, presenten las mismas características de humedad, se procedió a disminuir su contenido en los budines mediante deshidratación por liofilización en equipo marca Labconco, FreeZone, Freeze Dry System - model 77530 con capacidad para seis litros.

FIGURA 14: LOFILIZADOR LABCONCO



La evaluación biológica de la calidad proteica se realizó por el método de Utilización Proteica Neta (UPN) o Valor Nutritivo (VN).

El “VN” se define como la fracción del nitrógeno ingerido que es retenido por el organismo. Se determinó el VN, la digestibilidad proteica (D), la relación proteica neta (RPN) y la relación proteica neta relativa (RNPR) sobre la muestra de budín base, con el objeto de realizar la evaluación del valor biológico (VB) como la relación entre el VN y la D: $[VB = VN / D]$.

Se realizó la experiencia en un lote de 8 ratas que recibieron la dieta experimental durante 10 días; en el mismo período, un lote de 6 animales recibió una dieta libre de proteínas (para evaluar la proteína utilizada para el mantenimiento), y otro lote de 6 animales, una dieta con 10% de proteína de referencia (Caseína + L-cistina 2%) con un VB 100%.

Durante las experiencias, para determinar la digestibilidad proteica (fracción del nitrógeno ingerido que es absorbido), se registraron los consumos individuales de las dietas de todos los animales y se recolectaron las heces de cada lote los últimos 6 días.

Las ecuaciones utilizadas para la evaluación de la calidad proteica se detallan a continuación:

$$UPN = \frac{\text{N corporal lote experimental} - \text{N experimental lote LP} - \text{N ingerido lote LP}}{\text{Nitrógeno ingerido lote experimental}}$$

$$RPN = \frac{\text{Aumento de peso del lote experimental} + \text{Pérdida de peso lote LP}}{\text{Consumo de proteínas del lote experimental}}$$

$$D \text{ real} = \frac{\text{N ingerido} - (\text{N fecal} - \text{N fecal metabólico})}{\text{N ingerido}} \times 100$$

$$VB = \frac{UPN}{D} \times 100$$

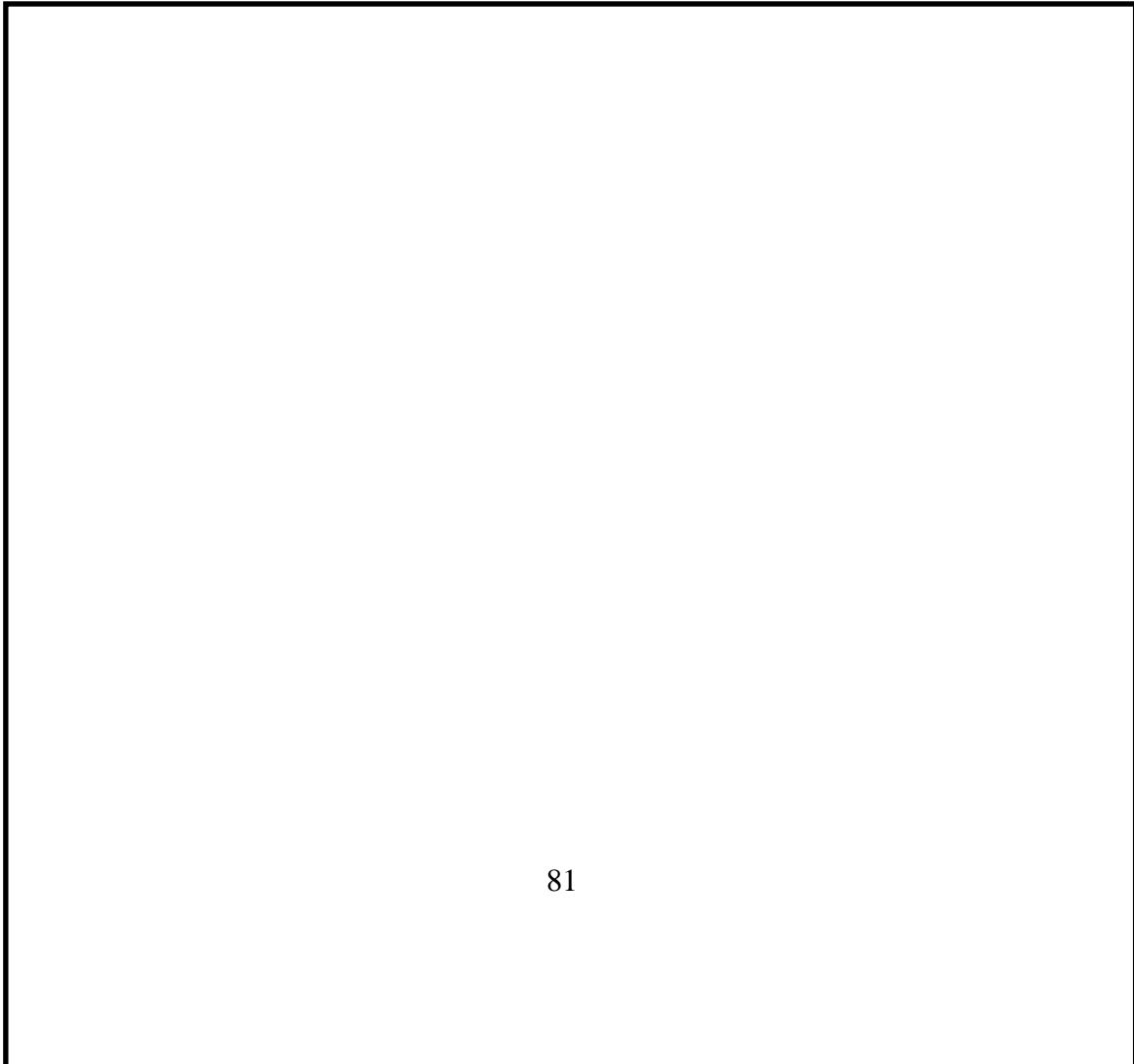
Modelo experimental para la evaluación de vitaminas

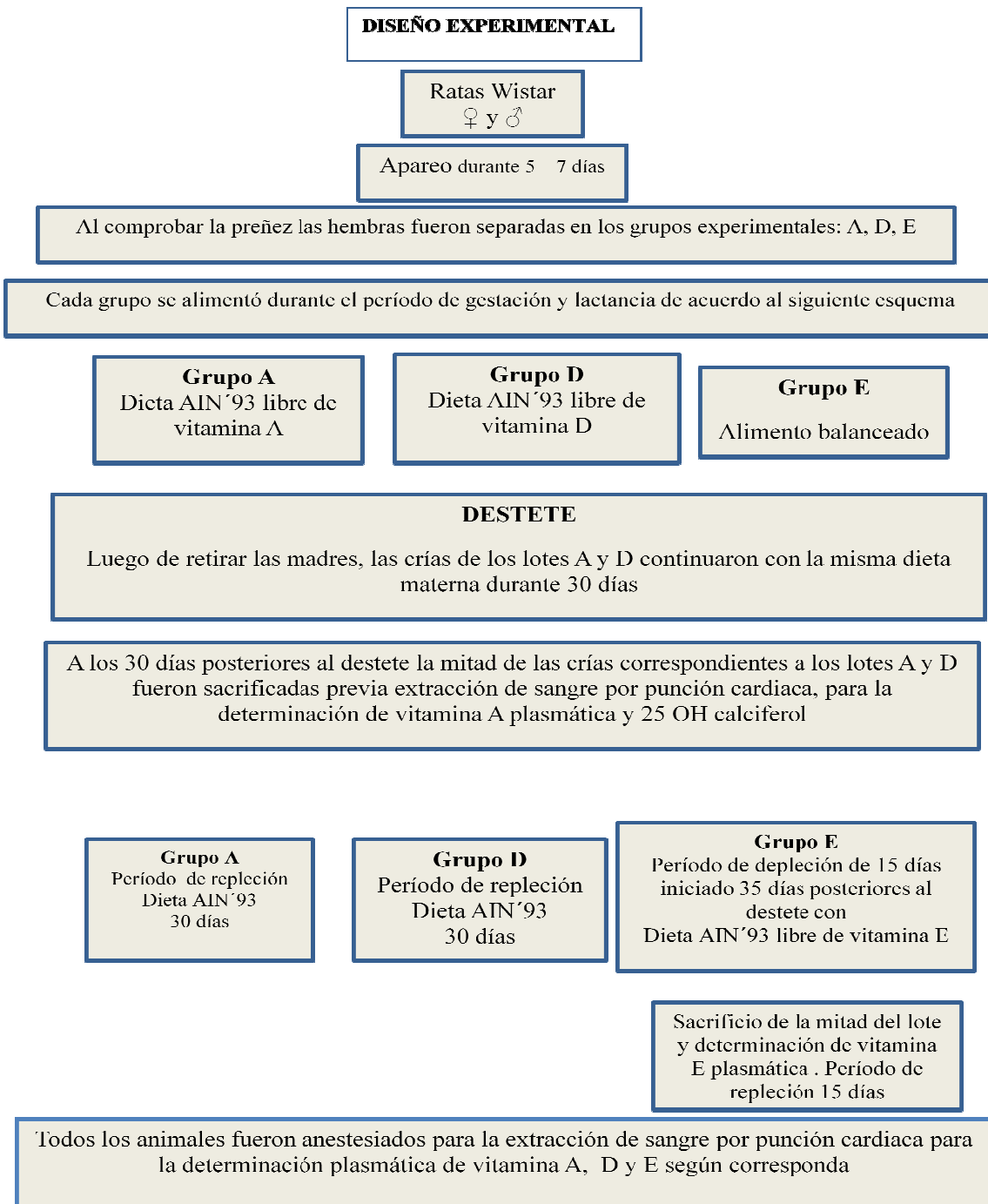
Se aplicó un modelo experimental previamente desarrollado para cada una de las vitaminas. Doce ratas Wistar, hembras y adultas, se colocaron en apareamiento; al confirmar la preñez, se dividieron en cuatro grupos, ajustando las crías al nacimiento de 8 a 10 por madre.

Se trabajó con tres grupos experimentales y un grupo control aplicando un modelo de depleción-repleción en el que, inicialmente, cada lote fue alimentado con dieta AIN'93 libre de la vitamina correspondiente a ese grupo. Al finalizar la depleción, se determinó el valor plasmático de las vitaminas A y E, por HPLC. Para la vitamina D, se determinó la concentración de 25-OH D en suero por RIA.

A continuación, se inició un período de repleción en el que los animales recibieron el aporte de vitaminas de acuerdo a la recomendación AIN'93. Al finalizar esta etapa, se determinaron los valores plasmáticos para la vitamina correspondiente.

FIGURA 15: ESQUEMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DESARROLLADO PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE LA FORTIFICACIÓN CON VITAMINAS





Grupo A: Desde el momento en que finalizó el apareo y durante la gestación, las madres recibieron dieta AIN´93 G, libre de vitamina A (G-A). Producido el nacimiento de las crías, las madres continuaron con esta dieta durante el período de lactancia. Una vez producido el destete (21 días), las crías fueron separadas de sus madres y, hasta los 50 días de edad, fueron alimentadas con dieta según AIN 1993G libre de vitamina A (G-A). Las crías continuaron con esta dieta de depleción hasta los 50 días de edad, momento en el que, previa anestesia, se les extrajo sangre a la mitad de los animales. En

este momento, finalizó el período de depleción. La mitad del lote fue sacrificada y se les tomaron muestras de plasma. El resto de las crías (G+A) comenzó la repleción con dieta AIN '93 G con la cantidad de vitamina A recomendada (1200 µg/kg de dieta) durante 33 días, transcurridos los cuales, fueron sacrificados previa toma de muestras de sangre.

Grupo E: Desde el momento en que finalizó el apareo, durante la gestación y la lactancia, recibieron alimento comercial balanceado (marca Ganave, Grupo Pilar SA). Las crías, desde el destete (21 días), continuaron alimentándose con la misma dieta comercial balanceada durante hasta los 55 días de edad (35 días). A partir del día 56 y durante 13 días, se inició el período de depleción en vitamina E, alimentándolas con dieta AIN '93, deficiente en vitamina E (G-E). En ese momento, se les extrajo sangre a la mitad de los animales, previa anestesia. El resto de los animales (G+E) recibió dieta AIN '93 G con la cantidad de vitamina E recomendada (75 mg/kg de dieta) durante 19 días, y, transcurrido ese tiempo, fueron sacrificados previa toma de muestras de sangre.

Grupo D: Desde el momento en que finalizó el apareo, durante gestación, las madres recibieron dieta AIN '93 G libre de vitamina D (G-D). Producido el nacimiento de las crías, las madres continuaron con esta dieta durante el período de lactancia. Una vez producido el destete (21 días), las crías fueron separadas de sus madres y continuaron con la dieta de depleción (G-D) hasta los 50 días de edad, cuando se les extrajo sangre a la mitad de los animales, previa anestesia. El resto de las crías (G+D) recibió dieta AIN '93 G con la cantidad recomendada de vitamina D (50 µg/kg de dieta) durante 33 días, y fueron sacrificados, en ese momento, previa toma de muestras de sangre.

Grupos control: Desde el momento del nacimiento y hasta el final de la experiencia, recibieron dieta AIN '93 G.

Una vez validado el modelo experimental de depleción-repleción, se lo aplicó para evaluar la capacidad de los budines para revertir el estado de depleción vitamínico a partir de la formulación propuesta.

Considerando que la composición del budín liofilizado cubre los requerimientos de los macronutrientes (proteínas, lípidos, energía y fibra) de la rata en crecimiento, la dieta suministrada en la etapa de repleción de la experiencia estuvo compuesta por budín

lío-filizado con el agregado del “premix” de minerales, colina y vitaminas no aportadas por la formulación.

TABLA10: FORMULACIÓN DE DIETAS EXPERIMENTALES PARA EVALUAR LA FORTIFICACIÓN CON VITAMINAS

Componente	Dieta (g)
Budín liofilizado	95,3
Mezcla mineral (AIN-G93-MX)	3,5
Mezcla vitamínica (AIN-G93-MX) sin vitaminas A, E y D	1,0
Bitartrato de colina (con 41.1% de colina)	0,25

Metodología

Para la determinación plasmática de vitaminas A y E, el plasma fue separado inmediatamente después de la extracción y se le determinó el nivel de vitaminas mediante una metodología de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Dupraz H. et al, 2010) que se aplicó en estudios poblacionales donde se dispone de pequeños volúmenes de muestra. Se utilizó etanol, n-hexano, metanol calidad HPLC y agua ultrapura. Se preparó una solución madre de estándar de retinol, de la cual se hicieron diluciones para cuantificar las muestras y determinar la linealidad del método. Las muestras se procesaron en microtubos de polipropileno opaco (Microtub, Argentina), utilizando 300 µl de suero y 300 µl de etanol; luego de homogeneizar con fuerte agitación, se agregó la misma cantidad de n-hexano; se homogeneizó y se centrifugó a 3.000 rpm. Se inyectaron directamente 50 µl de la fase superior hexano. El sistema cromatográfico está formado por una bomba Waters 515, columna C18 125/4 Nucleosil 100-5 con sistema guarda columna 8/4,100-5 (Macherey-Nagel, Alemania), detector UV en 325 nm (Waters 484) y sistema de adquisición de datos Data Apex. La fase móvil usada fue metanol:agua (95:5) en flujo isocrático de 1,2 ml/min.

La determinación en plasma de vitamina D se realizó mediante la cuantificación del nivel de 25OH-D empleando un método por ensayo de competición proteica y el uso de ligandos radioactivos (Diasorin, 1994). El ensayo DiaSorin 25-OH-D es un procedimiento de dos pasos. El primer paso consiste en extraer rápidamente 25-OH-D y otros metabolitos hidroxilados de suero o plasma con acetonitrilo. Tras la

extracción, la muestra tratada se somete a un procedimiento RIA de equilibrio. El método RIA se basa en un anticuerpo con especificidad frente a la 25-OH-D. La muestra, el anticuerpo y el trazador se incuban durante 90 minutos a 20-25 °C. La separación de fases se logra tras 20 minutos de incubación a 20-25 °C con un segundo complejo de precipitación de anticuerpos.

Después de la incubación y antes del centrifugado se añade un tampón NSB/adición para reducir las uniones no específicas.

Luego de la validación del diseño experimental propuesto, se realizó la evaluación de los alimentos especialmente desarrollados.

Modelo experimental para la evaluación del perfil lipídico

Animales: Se trabajó con dos grupos de siete ratas Wistar cada uno al destete (21 días de edad). Uno de los grupos recibió como fuente de alimentación el budín desarrollado, en el que el perfil de ácidos grasos se ajustó de modo tal que el aporte de los saturados no fuera de más del 10 % y que el de los poliinsaturados fuera de entre el 6 y el 10 %; de esta manera, entre el 5 y el 8 % de la ingesta energética total era aportada por los AG ω 6, y entre el 1 y el 2 % era aportado por los AG ω 3, con una relación ω 6/ ω 3 entre 5:1 a 10:1.

El otro grupo recibió como fuente de alimentación un budín elaborado con las materias primas convencionales para este tipo de productos, en los que, por ser la manteca la principal fuente de materia grasa, presentan un importante predominio de ácidos grasos saturados.

En ambos casos, los micronutrientes se ajustaron de acuerdo a lo establecido en AIN´93M.

Cada uno de los grupos fue alimentado “ad libitum” durante 45 días. Cumplido el período experimental establecido, los animales se sacrificaron bajo condiciones de anestesia y analgesia. Se tomaron muestras de sangre entera en una jeringa heparinizada y fueron inmediatamente centrifugadas separando el plasma y los glóbulos rojos.

FIGURA 16: TOMA DE MUESTRA DE SANGRE MEDIANTE PUNCIÓN CARDÍACA

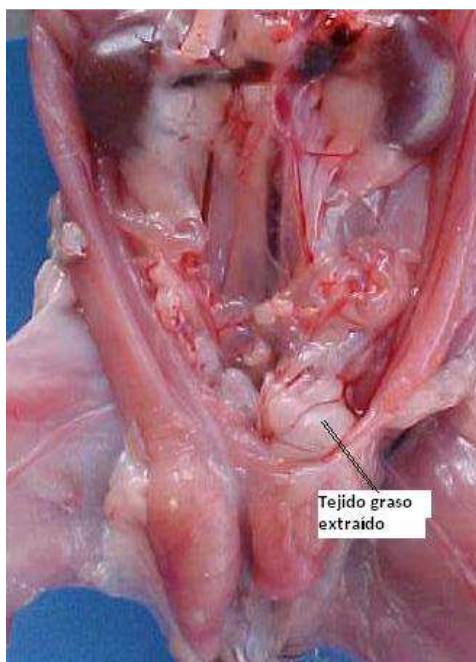


En el plasma, se determinó colesterol total, colesterol HDL y triglicéridos en sistema de química clínica ADVIA® 1200 SIEMENS.

El plasma se conservó en el freezer hasta el momento de su análisis. Los glóbulos rojos fueron lavados con solución fisiológica y posteriormente lisados con agua destilada en frío; a continuación, fueron centrifugados, y el sedimento se liofilizó y se conservó en el freezer hasta el momento de su análisis.

Se tomaron muestras de tejido adiposo (obtenido como una porción de grasa abdominal), de hígado y de corazón.

FIGURA 17: UBICACIÓN DEL TEJIDO ADIPOSO TOMADO PARA SU ESTUDIO



Los mismos fueron lavados con solución fisiológica, liofilizados y conservados en el freezer hasta el momento de su análisis.

El perfil de ácidos grasos fue determinado por cromatografía gaseosa aplicando un método de transesterificación directo de un solo paso (Lepage G, 1986). La muestra se colocó en un tubo con cierre hermético, se suspendió en una mezcla de metanol–tolueno 4:1 y, a continuación y bajo agitación constante, se agregó de cloruro de acetilo. Se procedió a la metanólisis llevando el tubo a 100 °C durante una hora; transcurrido ese tiempo, se lo dejó enfriar y se neutralizó con carbonato de potasio. Posteriormente, se centrifugó y se tomó una alícuota de la fase superior para ser inyectada en el cromatógrafo.

Condiciones de corrida: Cromatógrafo: Perkin Elmer Claurus 500. Columna: Supelco SP 2560 (100 m x 0,25 mm x 0,20 µm). Detector FID 280 °C, empleando nitrógeno como gas carrier.

Evaluación sensorial

Se realizaron dos tipos de ensayos sensoriales:

Análisis Descriptivo cuantitativo (*Quantitative Descriptive Analysis, QDA*),

El objetivo de este estudio es el de caracterizar los principales atributos sensoriales.

Este método evalúa, en el orden de la percepción, las propiedades de una muestra en base a los atributos sensoriales con la asignación de un valor de intensidad de cada atributo.

Se utiliza una línea de escala con las palabras adecuadas de intensidad (baja o alta) en los extremos. Desarrollado en 1970 por el Stanford Research Institute de California, permite medir las características relevantes del producto, no las deseables o convenientes de él.

El QDA se realizó de acuerdo a la metodología IRAM 20005 (IRAM, 1996) e ISO 8586-1:1993 (ISO, 1993). Para ello, se utilizó un panel seleccionado y entrenado de 7 evaluadores, que realizaron nueve sesiones de entrenamiento de una hora de duración cada una. Durante estas sesiones se presentaron referencias que permitieron lograr la calibración del panel y desarrollar los descriptores que se querían evaluar. De este

modo, se confeccionó una planilla de 24 descriptores sensoriales para los atributos de “apariencia” (intensidad de color amarillo, intensidad de color marrón, brillo de la corteza, uniformidad de la corteza); “textura” (elasticidad manual, grasitud en las manos, cohesión de masa, partículas fibrosas y duras, sensación bucal); “aroma” (intensidad total, vainilla, chocolate-cacao, manteca-crema, alcohólico, harina de lino); “sabor” (intensidad total, dulce, amargo, vainilla, chocolate-cacao, manteca-crema, alcohólico, harina de lino, residual).

Aceptabilidad Sensorial

En este ensayo, los jueces-consumidores valoraron las cualidades de los budines atendiendo a su propia escala interna, a su universo de experiencias. Por tanto, la aceptación intrínseca del producto es la consecuencia de la reacción como consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del mismo, o sea, ante su propia valoración sensorial.

Las muestras fueron evaluadas por 30 consumidores adultos (entre 19 y 55 años de edad) durante 20-25 minutos, en los cuales, fueron instruidos tanto en la prueba como en la utilización de la planilla en relación a los siguientes atributos: apariencia, consistencia bucal, sabor global, color y aceptabilidad global, empleando escalas predeterminadas para cada uno de estos. A continuación, se realizó el ensayo de degustación de las muestras.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el estudio estadístico de cada uno de los puntos tratados en el presente trabajo, se realizó un Análisis de la varianza de un criterio (ANOVA). Test de múltiples comparaciones de Student-Newman-Keuls, considerando el valor de $p < 0.01$ como altamente significativo (Winer y col., 1991). Se utilizó el software Infostat.

4. Resultados y discusión

DISEÑO Y COMPOSICIÓN

4. Diseño y composición

Diseño de la formulación

Tal como se señala en los objetivos del presente trabajo de tesis, la propuesta fue realizar el diseño y el desarrollo de un budín que contemple el mejoramiento nutricional de la dieta de adultos mayores.

El diseño del producto partió de la estrategia de modificar alimentos de uso habitual en la tercera edad, que permitan disminuir el riesgo de deficiencias o desequilibrios nutricionales, facilitar la alimentación de las personas que tienen dificultades para hacerlo y mantener el placer que se experimenta con la comida.

Como se mencionó en la “Introducción”, diferentes estudios han postulado que las dificultades en la masticación, debidas a la pérdida de dientes, dificultan la elección de la comida y, a menudo, dan como resultado problemas nutricionales que, con frecuencia, conllevan al consumo rutinario de dietas monótonas, blandas, de fácil masticación y, por lo tanto, de fácil ingesta, pero, muy a menudo, de baja densidad de nutrientes y no apetecibles.

Por lo tanto, se ha tenido en cuenta la necesidad de formular un alimento que no presente problemas de masticación y deglución, para asegurar su consumo en ancianos que precisen algún tipo de incremento de nutrientes en su alimentación, en diferentes condiciones fisiopatológicas.

Por otra parte, se han tenido en cuenta la alimentación tradicional y nuestra cultura alimentaria para asegurar una suficiencia y enriquecimiento nutricional, adaptando las necesidades nutricionales, la textura y el sabor y, a su vez, la sencillez de la preparación, y el aspecto de “plato hecho en casa”.

En la actualidad, es difícil realizar una nutrición preventiva en las personas mayores sin recurrir a la suplementación/fortificación de nutrientes, orientada específicamente a las particularidades de este grupo etario. La nutrición preventiva en las personas mayores va más allá de contribuir al bienestar (Steen B, 2000) y puede postergar, e incluso prevenir, la aparición de enfermedades, además de formar parte del tratamiento dietético de las mismas. Por ello, la fortificación de alimentos con algunos nutrientes, respetando los gustos y hábitos alimentarios de los mayores de 60 años, y la incentivación de una

actividad física moderada, son medidas preventivas con una relación costo-beneficio favorable.

Dentro de las alternativas de alimentos para desarrollar en esta propuesta, el producto elegido fue el budín tradicional, dado que responde a varias de las premisas planteadas previamente. De estas, se pueden destacar:

- Buena aceptación general.
- Su consumo no implica forzar un cambio de hábito alimentario.
- Sabor suave y agradable, no invasivo.
- Facilidad para la masticación y deglución.
- Requerimiento de mínimas habilidades para su consumo, pudiendo omitirse el uso de utensilios de cocina, tales como cuchillos.
- Bajo costo, presentando alternativas de elaboración casera o industrial, a partir de una presentación comercial de producto listo para preparar.

Se estableció como meta la formulación de un budín que, mediante el consumo de una ración diaria de 120 gramos, distribuida en postres y colaciones, aporte el 25 % de los requerimientos de energía, el 30 % de los de proteína, lípidos y ácidos grasos esenciales, a la vez que contribuya a paliar hasta en 100 % las deficiencias de vitaminas A, D y E.

Para el cálculo de las necesidades de energía, se tuvo en cuenta la ecuación general:

$$\text{GET} = \text{MB} \times \text{PAL}$$

Donde “GET” es el gasto energético total, calculado en función del metabolismo basal (MB) y de la actividad física (*Physical Activity Level* o PAL).

Considerando a una mujer de peso promedio de 60 kg, con actividad física sedentaria (PAL= 1.6), el valor de GET es de 1900 kcal.

En función del GET establecido, y tomando como base la recomendación que los lípidos de la dieta no deben superar un tercio de las calorías totales, el aporte diario de lípidos tendrá un valor máximo de 627 kcal. Además, se partió de la premisa que los lípidos deberían provenir de fuentes naturales, aportadoras de ácidos grasos esenciales (AGE), en cantidad y relación adecuadas. Por lo tanto, el objetivo propuesto de aportar, en una ración diaria del producto diseñado, el 30% de la ingesta recomendada (IR) de energía como lípidos debería ser:

$$627 \text{ kcal} \times 0,3 = 188 \text{ kcal}$$

Esta cantidad de energía (aplicando factor de Atwater 1 g de grasa = 9 kcal) estará suministrada por 20,9 g de materia grasa, en la que la distribución de los ácidos grasos, de acuerdo a las recomendaciones vigentes, debería ser la que figura en la tabla 11.

TABLA 11: DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA EN LA FORMULACIÓN PROPUESTA

Distribución de los ácidos grasos	Porcentaje de energía	Peso de lípidos
Grasas saturadas	< 30	< 6,3 g
Grasas monoinsaturadas	40	8,4 g
Grasas poliinsaturados	≥ 30	≥ 6,3 g
Relación ω3:ω6		1-2:10

Para el desarrollo de la formulación, se consideraron tanto las materias primas habituales en las recetas tradicionales para este tipo de productos, como aquellas que aportasen los nutrientes de nuestro interés y que fuese factible que sean incorporadas en la formulación.

Elección y caracterización de las materias primas para utilizar

Las materias primas básicas y los productos desarrollados fueron provistos por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Centro de Cereales y Oleaginosas.

- Harina de trigo (HT)
- Harina de soja semidesengrasada (HSSD)
- Harina de lino semidesengrasada (HLSLSD)
- Aceite de oliva (AO)
- Aceite de maíz (AM)
- Manteca (M)
- Azúcar (A)
- Ovoalbúmina (OA)

La selección de las materias primas fue realizada en función de la adaptación a las formulaciones de budines que se querían ensayar y su aporte de nutrientes, tomando a priori recetas culinarias populares.

Los resultados del análisis de las materias primas seleccionadas figuran en la tabla 12:

TABLA 12: COMPOSICIÓN CENTESIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS SELECCIONADAS

	HT	HSSD	HLSD	AO	AM	M	A	OA
Expresadas cada 100 gramos								
Valor energético (kcal)	344	338	352	900	900	741	392	315
Humedad (g)	11,9	4,6	6,5	0	0	15,1	0,2	11
Cenizas (g)	0,6	6	3,3	0	0	2,1	0	6
Proteínas (g)	10,3	45,5	26,4	0	0	0,8	0	78
Materia grasa (g)	1	8,9	26,7	100	100	82	0	0,4
Carbohidratos (g)	73,5	19	6,2	0	0	0	98	0
Fibra (g)	2,7	16	30,9	0	0	0	0	0

Los resultados del análisis del perfil de ácidos grasos de las materias primas que aportan lípidos se indican en la tabla 13

TABLA 13: PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LAS MATERIAS PRIMAS QUE APORTAN LÍPIDOS

	HSSD	HLSD	AO	AM	M
Distribución porcentual de los ácidos grasos					
Láurico (12:0)	-	-	-	-	2,62
Mirístico (14:0)	-	0,1	-	0,02	9,5
Palmítico (16:0)	10,8	6,7	14,52	10,58	25,9
Palmitoleico (16:1)	0,09	0,2	1,59	0,11	1,42
Margárico (17:0)	0,01	-	0,08	0,07	0,46
Esteárico (18:0)	3,91	4,8	2,45	1,85	16,9
Oleico (18:1) n-9	20,2	22,3	66,5	27,3	27,4
Cis-octadecenoico (18:1)	1,32	0,9	3,1	-	-
Linoleico (18:2) n-6	54,8	14,3	10,17	53,5	1,72
Linolénico (18:3) n-3	7,96	49,9	0,76	1,1	0,89
Gadoélico (20:1)	0,16	0,1	0,27	0,13	-
Araquídico (20:0)	0,28	0,2	0,34	0,43	-
Behénico (22:0)	0,31	0,2	0,08	-	-
Lignocérico (24:0)	-	0,1	-	-	0,1
Total AGS	15,3	12,1	17,2	13	58,6
Total AGMI	21,9	23,5	71,5	27,6	32,1
Total AGPI	62,7	64,2	0,8	54,7	3,5

En la tabla 14, se indica el contenido de materia grasa y la distribución de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en los lípidos de las materias primas que los aportan.

TABLA 14: CONTENIDO DE MATERIA GRASA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS EN LOS LÍPIDOS DE LAS MATERIAS PRIMAS QUE LOS APORTAN

	Harina de soja semidesengrasada	Harina de lino semidesengrasada	Aceite de oliva	Aceite de maíz	Manteca
Lípidos (g/100 g)	8,9	26,7	100	100	82
Distribución de ácidos grasos expresadas por cada 100 gramos de materia prima					
AGS	1,4	3,2	17,2	13	48,1
AGMI	1,9	6,3	71,5	27,6	26,3
Ac. Linoleico	4,9	3,8	10,2	53,5	1,4
Ac. Linolénico	0,7	13,3	0,76	1,1	0,7

Cálculo de ingredientes para budín

Lípidos

El desarrollo de la formulación propuesta se realizó de la siguiente manera:

- a) En primer término, se consideraron las materias primas que realizaban un aporte significativo de ácido linolénico.
- b) Como materias primas que aportan el mencionado ácido, se seleccionaron las harinas de lino y de soja, calculando las cantidades apropiadas para tal finalidad, dentro del contexto de la receta en que se aplicarían.
- c) Teniendo en cuenta que la ración debería contener una cantidad $\geq 6,3$ g de ácidos grasos poliinsaturados y una relación entre $\omega 3:\omega 6$ 1-2: 10, se estableció, como punto de partida, la incorporación de 1,3 g de ácido linolénico.
- d) Como se observa en la tabla precedente, la HLSD contiene un 13,3 % de ácido linolénico, mientras que la HSSD aporta un 0,7 %. Por lo tanto, se fijaron como punto partida estos dos ingredientes, calculando que serían necesarios 8,9 g de HLSD (cantidad correspondiente a 1,18 g de ácido linolénico) y 13 g de HSSD (cantidad correspondiente a 0,12 g del mismo ácido graso).

- e) Por lo tanto, los primeros ingredientes que se consideraron en la formulación fueron 8,9 gramos de harina de lino semidesengrasada y 13 gramos de harina de soja semidesengrasada, que aportan 3,5 g de materia grasa con 1,3 g de ácido linolénico.
- f) La columna A de la Tabla 1.5 muestra el contenido de ácidos grasos propuesto para una ración diaria, con su correspondiente distribución; la columna B, el aporte realizado por las cantidades establecidas para HLSD y HSSD; y, finalmente, en la columna C, la diferencia de grasa que debe incorporarse, a partir de otras fuentes de materia grasa, para alcanzar los 21,1 g de grasa total.

TABLA 15: DISTRIBUCIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS PROPUESTO PARA UNA RACIÓN DIARIA

Cantidad total de lípidos en la formulación propuesta (A)	Cantidad aportada por HLSD (8,9 g) + HSSD (13 g) (B)	Cantidad de grasa incorporada por otros ingredientes (C) = (A-B)
Materia grasa: 21,1 g	Materia grasa: 3,5 g	Materia grasa: 17,6 g
Grasa saturada: 6,3 g	Grasa saturada: 0,5 g	Grasa saturada: 5,8 g
AGMI \geq 6,3 g	AGMI: 0,8 g	AGMI \geq 5,5 g
Ac. linoleico: 6,35 g	Linoleico: 1,0 g	Linoleico: 5,35 g
Ac. linolénico: 1,3 g	Linolénico: 1,3 g	Linolénico: 0 g

Teniendo en cuenta que la grasa saturada debe ser reducida con el objeto de que su contenido máximo en la dieta no supere el 30 % de los requerimientos calóricos, se tomó la decisión de incorporar solamente 4,0 gramos de grasas saturadas, en lugar de los 5,8 g

TABLA 16: DISTRIBUCIÓN FINAL DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS PROPUESTO PARA UNA RACIÓN DIARIA

Cantidad total de lípidos para desarrollar la formulación (A)	Cantidad aportada por HLSD (8,9 g) + HSSD (13 g) (B)	Cantidad de grasa incorporada por otros ingredientes [#] (D)
Materia grasa: 21,1 g	Materia grasa: 3,5 g	Materia grasa: 17,6 g
Grasa saturada: 6,3 g	Grasa saturada: 0,5 g	Grasa Saturada: 4,0 g
AG MI \geq 6,3 g	AG MI: 0,8 g	AG MI: 7,3 g
Linoleico: 6,35 g	Linoleico: 1,0 g	Linoleico: 5,35 g
Linolénico: 1,3 g	Linolénico: 1,3 g	Linolénico: 0 g

[#] Reajustando la cantidad de grasas saturadas y monoinsaturadas

El tercer ingrediente incorporado en función del tipo de receta tradicional propuesto es la manteca. De acuerdo a su contenido graso (82 %) y a su distribución de ácidos grasos (tabla 1.4), 4 g de grasa saturada equivalen a 6,8 gramos de lípidos de manteca, los cuales representan 8,3 gramos de manteca comercial (Tabla 17).

TABLA 17: AJUSTE DEL APORTE DE LÍPIDOS

Aporte lipídico de 8,3 gramos de manteca (E)	8,9 g HLSD 13 g HSSD + 8,3 g de manteca (F)
Grasa total: 7,3 g	Grasa total: 10,8 g
Saturadas: 4,3 g	Saturadas: 4,8 g
Monoinsaturadas: 2,3 g	Monoinsaturadas: 3,1 g
Linoleico: 0,12 g	Linoleico: 1,12 g
Linolénico: 0,06 g	Linolénico: 1,36 g

La suma de la HLSD, la HSSD y la manteca es inferior a la cantidad de materia grasa que debe contener la ración diaria; con lo cual, la diferencia será incorporada a través de aceite de maíz como se observa en la columna G (Tabla 18).

TABLA 18: AJUSTE DEL APORTE DE LÍPIDOS (CONTINUACIÓN)

Cantidad de ácidos propuestos para desarrollar la formulación (A)	8,9 g HLSD + 13 g HSSD + 8,3 g de manteca (F)	Cantidad de aceite de maíz a ser incorporada (G)
Grasa total: 21,1 g	Grasa total: 10,8 g	Grasa total: 10,3 g
Saturadas: 6,3 g	Saturadas: 4,8 g	Saturadas: 1,5 g
Monoinsaturadas \geq 6,3 g	Monoinsaturadas \geq 3,1 g	Monoinsaturadas \geq 3,1 g
Linoleico: 6,35 g	Linoleico: 1,12 g	Linoleico: 5,23 g
Linolénico: 1,3 g	Linolénico: 1,36 g	Linolénico: 0 g

A efectos de establecer la relación ω -3 / ω -6 = 2/10, el siguiente ácido graso que se fijará será el linoleico ω -6, del que es necesario agregar 5,23 gramos a partir de aceite de maíz, para lo cual se realizará el agregado de 10,3 g de este (Tabla 19).

TABLA 19: AJUSTE DEL APORTE DE LÍPIDOS (CONTINUACIÓN)

Cantidad de aceite que será incorporada (G)	Aceite de maíz: 10,3 gramos (H)
Grasa total: 10,3 g	Grasa total: 10,3 g
Saturadas: 1,5 g	Saturadas: 1,34 g
Monoinsaturadas \geq 3,1 g	Monoinsaturadas: 2,84 g
Linoleico: 5,23 g	Linoleico: 5,51 g
Linolénico: 0 g	Linolénico: 0,11 g

En la tabla 20 se muestra el aporte parcial de las diferentes materias primas al contenido de grasa total y la distribución resultante de ácidos grasos saturados, moniinsaturados, ácido linoléico y ácido linolénico con una relación ω -3: ω -6 de 1 a 5.

TABLA 20: APOORTE PARCIAL DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS AL CONTENIDO DE GRASA TOTAL Y DISTRIBUCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

Aporte de HSDL 8,9 g	Aporte de HSDS 13 g	Aporte de manteca 8,3 g	Aporte de aceite de maíz 10,3 g	Total 40,5 g
Grasa total 2,38 g	Grasa total 1,16 g	Grasa total 7,3 g	Grasa total 10,3 g	21,1
Saturada 0,28 g	Saturada 0,18 g	Saturada 4,3 g	Saturada: 1,34 g	6,1
Monoinsaturada 0,56 g	Monoinsaturada 0,25 g	Monoinsaturada 2,3 g	Monoinsaturada 2,84 g	5,95
Ac. linoleico 0,34 g	Ac. linoleico 0,64 g	Ac. linoleico 0,12 g	Ac. linoleico 5,51 g	6,6
Ac. linolénico 1,18g	Ac. linolénico 0,09 g	Ac. linolénico 0,06 g	Ac. linolénico 0,11 g	1,4

De manera que, en la formulación, tendremos 21,1 g de grasa total = 189,9 kcal, con la distribución del porcentaje de energía presentada en la tabla 21 la cual es aportada por los ingredientes en las cantidades que se muestran en la tabla 22.

TABLA 21: DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA EN LOS LÍPIDOS

Grasa saturada	29 %
Grasa monoinsaturada	28 %
Grasa poliinsaturada	38 %
Relación ω-3:ω-6	1:5

TABLA 22: APOORTE DE MATERIAS PRIMAS A LA FORMULACIÓN FINAL

Harina de lino semidesengrasada	8,9 g
Harina de soja semidesengrasada	13 g
Manteca	8,3 g
Aceite de maíz	10,3 g

De las materias primas ya seleccionadas, las aportadoras de proteínas son:

Harina de soja semidesengrasada: conteniendo 45,5 % de proteínas.

Harina de lino semidesengrasada: conteniendo 26,4 % de proteínas.

Proteínas

El requerimiento diario promedio para una persona de tercera edad que pesa 60 kg y tiene actividad física baja, es de 48 gramos ($0,83 \text{ g/kg/d} \times 60 \text{ kg}$). Para realizar una cobertura del 30 % de esa cifra, la formulación debe aportar 14,9 g de proteína.

La harina de lino aporta 2,35 g, y la harina de soja semidesengrasada, 5,9 g, lo que da un total de 8,25 g.

Acorde a los ingredientes que son empleados en una receta tradicional de budines, se incorporaron dos ingredientes básicos para este tipo de producto: harina de trigo y huevo, bajo la forma de ovoalbúmina.

El contenido proteico de la preparación resultante será entonces:

TABLA 23: APORTE DE PROTEÍNAS REALIZADA POR CADA UNO DE LOS INGREDIENTES EN LA CANTIDAD PRESENTE EN LA FORMULACIÓN

	Harina de lino	Harina de soja	Ovoalbúmina	Harina de trigo	Total
Ingrediente (g)	8,9	13	4,2	28	54,1
Proteína (g)	2,35	5,9	3,3	2,9	14,5

La receta final propuesta para la elaboración de budín en función de los cálculos precedentes figura en la tabla 24.

TABLA 24: RECETA FINAL PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE BUDÍN

INGREDIENTES	gramos
Harina de trigo	28
Harina de lino semidesengrasada	8,9
Harina de soja semidesengrasada	13
Azúcar	27,3
Manteca	8,3
Aceite de maíz	10,3
Ovoalbúmina	4,2
Agua	35
1 cucharadita de cremor tártaro	
Premix de vitaminas	
3 cucharadita de levadura Royal	

Preparación

La elaboración de los budines fue realizada de acuerdo al procedimiento descrito en la sección de materiales y métodos. Se trabajó de acuerdo a la proporción de ingredientes detallada anteriormente y se estableció un tamaño de porción de 120 gramos, de los cuales, 100 g corresponden a los ingredientes antes descritos; los que, luego de agregárseles agua y de que esta se evapore parcialmente durante el proceso de cocción, dieron como resultado 120 g de producto terminado.

En la figura 18, se puede observar el aspecto del producto elaborado; en la tabla 25, se presentan los resultados de su composición y, en la tabla 26, se puede observar la distribución de ácidos grasos correspondiente al contenido graso.

FIGURA 18: BUDINES ELABORADOS: RECETA TRADICIONAL A BASE DE MANTECA (ARRIBA) RECETA SEGÚN DISEÑO EXPERIMENTAL (ABAJO)



TABLA 25: COMPOSICIÓN DEL BUDÍN ELABORADO

	Expresada cada 100 gramos
Valor energético (kcal)	376
Valor energético (kJ)	1557
	Promedio ± DE
Humedad (g)	19,1 ± 0,1
Cenizas (g)	1,8 ± 0,1
Proteínas (g)	12,5 ± 0,5
Carbohidratos (g)	41,4 ± 1,0
Lípidos (g)	17,8 ± 0,5
Fibra (g)	7,4 ± 0,7
Vitamina D (µg)	15,5
Vitamina A (µg)	322 ± 24
Vitamina E (mg)	25,8 ± 2,6

TABLA 26: DISTRIBUCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN EL BUDÍN ELABORADO

Ácido graso	Distribución porcentual de ésteres metílicos
Caproico (6:0)	0,45
Caprílico (8:0)	0,27
Cáprico (10:0)	0,58
Láurico (12:0)	0,78
Mirístico (14:0)	3,24
Palmítico (16:0)	15,55
Palmitoleico (16:1)	0,65
Margárico (17:0)	0,3
Esteárico (18:0)	5,53
Oleico (18:1)	28,8
Cis octadecenoico (18.1)	0,84
Linoleico (18:2)	33,59
Linolénico (18:3)	4,62
Saturados totales	27,4
Monoinsaturados totales	30,5
Poliinsaturados totales	38,2
Relación ω3 : ω6	1:7

Discusión

Los resultados obtenidos indican que se logró formular un producto que respondió a las premisas planteadas en los aspectos relacionados con la cobertura de las IR para los nutrientes de interés. Se tuvo en cuenta la incorporación de los nutrientes necesarios para lograr un alimento equilibrado, con el incremento de la densidad de nutrientes habitualmente deficitarios: proteínas, lípidos, AGE y vitaminas liposolubles.

Energía

En cuanto a la energía, una ración diaria razonable del producto (120 g, el equivalente a cuatro rebanadas) aporta 446 kcal, las cuales representan el 24% de las necesidades de energía para una mujer de 60 kg que tiene una baja actividad física.

El Documento FAO 2004 sobre requerimientos de energía [83](#) (FAO, 2004) aconseja estimar el gasto energético total en base al MB y al tipo de actividad física realizada.

La relación entre el metabolismo basal y el peso corporal no es lineal, y se expresa en función del peso corporal (P), según la siguiente ecuación: $MB = K \times P^{0,75}$, en la que $P^{0,75}$ representa la masa metabólicamente activa o tamaño metabólico, y K es una constante de la especie. Sin embargo, cuando se toman en consideración pequeños rangos de peso corporal, se puede considerar al MB como una función lineal del peso corporal, lo que permite proponer una serie de ecuaciones basadas en el peso corporal, dependientes del rango de edad y género.

Esas ecuaciones, revisadas por el Comité de Expertos FAO/OMS/UNU 2004, proceden del análisis de, aproximadamente, 11.000 mediciones técnicamente aceptables de individuos sanos, realizadas por distintos grupos de investigación. En la Tabla 27 se muestran las ecuaciones obtenidas para varones y mujeres mayores a 60 años, teniendo en cuenta que a lo largo de la vida existe una declinación del MB que ha sido estimada a una velocidad de 1 a 2 % por década. Esto sería debido en parte a la reducción de la masa libre de grasa que ocurre con el envejecimiento y a los cambios que ocurren en la composición de esa masa libre de grasa.

TABLA 27: ECUACIONES PARA PREDECIR EL MB EN FUNCIÓN DEL PESO CORPORAL (P, EN KG) PARA VARONES Y MUJERES MAYORES A 60 AÑOS (FAO 2004)

Varones		Mujeres	
kcal/día	MJ/día	kcal/día	MJ/día
11,711 P + 587,7	0,049 P + 2,459	9,082 P + 658,5	0,038 P + 2,755

El otro factor que condiciona las necesidades de energía es la actividad física y el efecto termogénico de los alimentos, que se incluyen en un factor denominado PAL (del inglés *physical activity level*) y representa el múltiplo promedio del gasto energético del MB en 24 h. El PAL ha sido calculado en diversos estudios a partir de mediciones de GET y de mediciones o estimaciones del MB en adultos de diversos países que presentan estilos de vida asociados con variados niveles de actividad física (Tabla 28).

TABLA 28: CLASIFICACIÓN DE ESTILOS DE VIDA EN RELACIÓN A LA INTENSIDAD DE LA ACTIVIDAD FÍSICA HABITUAL (FAO, 2004)

Categoría	PAL
Sedentaria o actividad liviana	1,40 - 1,69
Activa o moderadamente activa	1,70 - 1,99
Vigorosa o vigorosamente activa	2,00 - 2,40

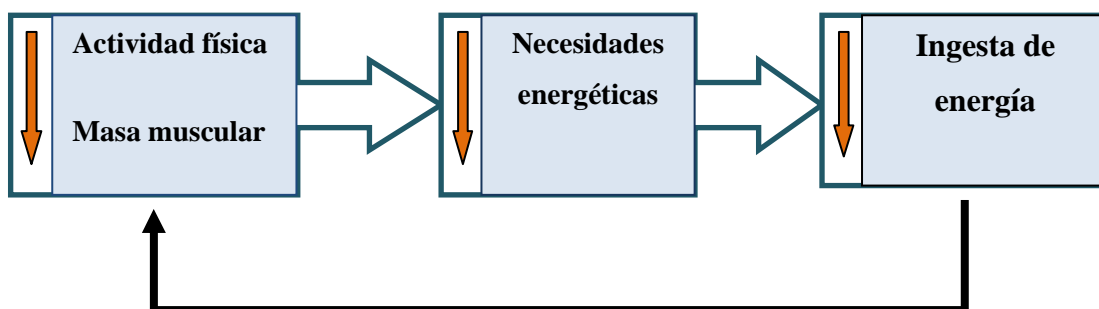
Por lo enunciado, el requerimiento energético total calculado para una mujer de 60 kg que desempeña una actividad casera entre sedentaria y liviana será:

$$\text{Metabolismo Basal} = 9,082 \times 60 + 658 = 1203 \text{ kcal/d}$$

$$\text{GET} = 1203 \times 1,6 = 1928 \text{ kcal} \cong 1900 \text{ kcal}$$

Resulta importante la cobertura de las IR de energía para mantener un cierto grado de actividad física y evitar caer en el círculo vicioso descrito en la figura 19.

FIGURA 19: CICLO DE CONSUMO DE ENERGÍA



Proteínas

Una porción diaria de 120 g de budín aporta 15 g de proteínas cuya composición promedio, en función del aporte de los diferentes ingredientes, es:

TABLA 29: CANTIDAD DE PROTEÍNA APORTADA POR CADA UNA DE LAS MATERIAS PRIMAS Y SU INCIDENCIA PORCENTUAL

Proteína de lino	Proteína de soja	Ovoalbúmina	Proteína de trigo	Proteína total
2,5 g	6,0 g	3,4 g	3,1 g	15 g
16,5 %	40,6 %	22,9 %	20 %	100 %

Teniendo en cuenta esa proporción, se calculó el valor nutritivo esperado mediante el cálculo del puntaje químico o *Chemical Score* (CS) a partir de los datos de composición en amino ácidos indispensables (AAI) (FAO/WHO , 2007) y se obtuvo un valor de 100%.

La sarcopenia o pérdida de masa muscular es algo frecuente en ancianos. Se postula que puede ser debida a la reducción de la actividad física y/o a la ingesta insuficiente de proteínas y de vitamina D. Por dicho motivo, en la actualidad se discute si las necesidades de proteínas deberían ser incrementadas en los individuos mayores. Existen trabajos que indican diferencias en el metabolismo proteico y en la utilización de aminoácidos entre el músculo de un adulto joven y de un anciano (Houston DK, 2008). Esas diferencias sugieren que las necesidades de proteínas varían a lo largo del proceso de envejecimiento, ya que dicho proceso involucra modificaciones en composición corporal, capacidad fisiológica funcional, actividad física, hábitos alimentarios y

presencia de enfermedades. Por ello, se postula que el “P%” (porcentaje de las calorías proteicas) debe ser superior a 12. Los resultados de la presente formulación arrojan un valor de 13 % de calorías proteicas, lo cual indica que esa relación sería beneficiosa desde el punto de vista proteico, para evitar la disminución de masa muscular.

Por otra parte, resulta de interés destacar que, mediante la complementación de proteínas (que se verá en detalle en el capítulo 4) en el budín, se logra una proteína que presenta una cantidad importante de aminoácidos ramificados (leucina, isoleucina y valina) en cantidades que superan entre el 50 y el 100 % de sus requerimientos.

Estos aminoácidos parecen tener un efecto significativo anticaquéctico, ya que interfieren con la síntesis de serotonina cerebral y en particular con la actividad serotoninérgica hipotalámica. Por este mecanismo, podrían tener cierto papel anticatabólico promoviendo la síntesis proteica e inhibiendo las vías proteolíticas intracelulares (Mastaglia, 2014).

En ancianos se ha conseguido demostrar un incremento de la masa libre de grasa utilizando suplementación con β -hidroxi-metilbutirato (un metabolito originado a partir de la oxidación de la leucina) en combinación con ejercicio de alta resistencia; sin embargo, este incremento de la masa muscular, acompañado de un discreto incremento en la fuerza muscular, no ha sido consistente en todos los grupos musculares (Fujita S, 2006), (Vukovich MD 2001).

La pérdida de masa muscular implica el deterioro funcional y la pérdida de la autonomía en el individuo; en consecuencia, y si bien en las encuestas no se establece que haya déficit de proteína en la dieta de nuestros mayores, es muy importante que la calidad de las proteínas ingeridas presente un elevado valor biológico.

Lípidos

El grupo poblacional objeto de este trabajo requiere un aporte de grasa adecuado, no solo por su aporte de energía, sino también como vehículo de vitaminas liposolubles, además de mejorar la palatabilidad de los alimentos.

La ración diaria del budín diseñado proporciona 21,4 g de lípidos totales que representan el 10 % de la IR de energía.

A su vez, resulta importante el tipo de ácidos grasos constituyente de los lípidos, su distribución porcentual y la relación entre ácidos grasos ω -3: ω -6.

El deterioro cognitivo, en relación al estado nutricional en la mayoría de los casos, responde a diversos factores, entre ellos, los niveles plasmáticos de ácidos grasos ω -3 (Tiemeier H, 2003).

Diversos estudios llevados a cabo recientemente procuran establecer las relaciones que puedan existir entre estos con enfermedad de Alzheimer, demencia senil y depresión (Freund-Levi, 2006), (Feart C, 2008).

En el presente estudio, se observa que los AGE de la porción aportan 8,5 g de ácido linoleico y 1,2 g de ácido linolénico que representan, respectivamente, el 77% y el 100% de las ingestas aconsejadas, con una relación ω 6/ ω 3 de 7:1

Fibra

La Academia de Medicina de los Estados Unidos concluyó en que 14 g / 1000 kcal es suficiente para proveer efectos beneficiosos sobre todos los aspectos ya señalados de la fibra (IOM 2002), y que las cantidades recomendadas o Ingestas Adecuadas son entre 19 y 38 g/día, dependiendo de las calorías ingeridas en los distintos grupos etarios.

Una porción de budín de 120 g aporta 8,9 g de fibra, de manera que realiza una cobertura de requerimientos de entre el 25 y el 50%, de acuerdo a la referencia que se tomó como recomendación de ingesta.

Teniendo en cuenta que este grupo etario presenta con frecuencia un bajo consumo de frutas y verduras, las cuales aportan importantes cantidades de fibra (ENNyS. 2007), cobra relevancia la cantidad de fibra proporcionada por una porción de budín.

Los beneficios directos que se pueden obtener con una ingesta de fibra adecuada se deben en parte a que las fibras insolubles o poco solubles son capaces de retener el agua en su matriz estructural y forman mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal, que acelera el tránsito intestinal. Esta es la base para utilizar la fibra insoluble en el tratamiento y prevenir, de esta manera, la constipación crónica. Por otra parte, también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon. Numerosos estudios han mostrado que el incremento del consumo de fibra se acompaña de un riesgo relativo menor de sufrir infarto al miocardio (Rimm, 1996) y morbi mortalidad coronaria (Pietinen P, 1996) (Wolk A, 1999).

La ingesta de fibra proveniente de granos enteros también se relaciona inversamente con la diabetes tipo 2. Estudiando más de 42.000 hombres y más de 65.000 mujeres Salmeron y sus colaboradores (Salmeron J, 1997) lograron establecer que los individuos cuya ingesta de fibra de cereales se ubicaba en el quintil más alto tenían un riesgo relativo de 0,70 y 0,72, respectivamente, en comparación con aquellos que presentaban ingestas ubicadas en el quintil más bajo. En otro estudio, después de ser ajustado por el Índice de Masa Corporal y por factores de estilo de vida (Liu S, 2000), encontraron que el riesgo de diabetes se había reducido en un 27 % en aquellas mujeres que habían consumido de 1,8 a 15,9 raciones por día de alimentos de granos enteros, respecto de aquellas que habían consumido de 0 a 0,26 raciones por día.

Conclusiones

El producto diseñado respondió a los objetivos propuestos. Se logró un alimento equilibrado, que aportó, por porción de 120 g, alrededor de un 30 % de las necesidades de energía (para una mujer de 60 kg que tiene una baja actividad física) e incrementó la densidad de nutrientes habitualmente deficitarios: proteínas, lípidos, ácidos grasos esenciales y vitaminas A, D y E.

5. Resultados y discusión

VITAMINAS

5. Vitaminas

Evaluación de la eficiencia biológica de la fortificación con vitaminas A, E y D del alimento diseñado

El agregado de micronutrientes esenciales, como vitaminas, a ciertos alimentos (fortificación/enriquecimiento) se ha propuesto como una estrategia para prevenir y/o corregir deficiencias en la población, demostrando su eficiencia en algunos casos. Por lo tanto, como se señala en los objetivos del presente trabajo de tesis, el plan propuesto fue realizar el diseño y desarrollo de un budín que contemple el mejoramiento nutricional de la dieta de adultos mayores, en especial, en el contenido de vitaminas A, E y D y demostrar su eficiencia en un modelo experimental.

De acuerdo a los antecedentes documentados sobre estado nutricional en adultos mayores, el producto final deberá contemplar la incorporación de vitaminas A, D y E, mediante fortificación, proporcionando un aporte significativo a las recomendaciones de ingesta diaria, pero cuidando siempre de estar por debajo de sus límites superiores.

Algunas vitaminas pueden ser relativamente inestables según las condiciones de elaboración o de almacenamiento, por su susceptibilidad de sufrir reacciones de degradación y/u oxidación. Por esta razón, para la realización de esta etapa, se recurrió a la valiosa colaboración de la empresa Fortitech[®], quienes formularon el *premix* de vitaminas de acuerdo a las siguientes características solicitadas:

- Establecer como meta un aporte de vitaminas, en una ración diaria de budín, que lograra una cobertura mínima del 30 % de la ingestas diarias recomendadas.
- Lograr estabilidad en el proceso de elaboración, indicando para ello la incorporación secuencial de cada uno de los ingredientes (los cuales no son aportadores de las vitaminas que serán empleadas en la fortificación del producto) y las condiciones de mezclado, amasado y cocción.

(<http://www.fortitechpremixes.com/es>. Fortitech[®] Premixes, by DSM, is the world leader in custom nutrient premixes for the food, beverage and pharmaceutical industries.):

La formulación del *premix* solicitada fue pensada en función de las ingestas recomendadas (IR) de vitaminas para el grupo objeto de este estudio, según la *National Academy of Sciences* (en inglés, NAS) en 1997 para vitamina D y, en 2000 y 2001, para las vitaminas E y A, respectivamente (NAS, 1997) (NAS, 2000) (NAS, 2001)

Sin embargo, las cifras de IR de nutrientes no son definitivas, sino que están en permanente revisión. El Comité del *Food & Nutrition Board* (FNB) de EEUU, integrado con el Instituto de Medicina, la Academia Nacional de Ciencias, y el Instituto de Salud de Canadá, realizó una revisión del Documento de 1997 y, en función de nuevos datos y criterios, publicó, en 2010, valores de referencia de vitamina D, que duplican los valores publicados en 1997. (NAS, 2010)

Por lo tanto, habiendo recibido el *premix* solicitado, según las recomendaciones vigentes en aquel momento, para lograr los objetivos planteados, se debió duplicar la cantidad del *premix* que sería incorporada cada 100 gramos de producto, para pasar de los 45 mg / 100 g, establecidos en la hoja técnica, a 90 mg / 100 g incrementando sin riesgo el porcentaje de cobertura para las vitaminas A y E presentes en el producto.

En base a la formulación del *premix* y a los ingredientes utilizados se tuvo como resultado un budín que presentó la siguiente composición:

TABLA 30 : COMPOSICIÓN DEL BUDÍN ELABORADO

	Expresada cada 100 gramos
Valor energético (kcal)	376
Valor energético (kJ)	1557
	Promedio ± DE
Humedad (g)	19,1 ± 0,1
Cenizas (g)	1,8 ± 0,1
Proteínas (g)	12,5 ± 0,5
Carbohidratos (g)	41,4 ± 1,0
Lípidos (g)	17,8 ± 0,5
Fibra (g)	7,4 ± 0,7
Vitamina D (µg)	15,5
Vitamina A (µg)	322 ± 24
Vitamina E (mg)	25,8 ± 2,6

Con objeto de comprobar que una intervención alimentaria mediante el consumo del budín elaborado, fortificado con vitaminas, presenta la potencialidad suficiente de revertir un cuadro de deficiencia vitamínica, se realizó un ensayo biológico a partir de un modelo experimental, que debió ser previamente comprobado.

RESULTADOS

Desarrollo del modelo experimental

Tal como se detalló en la sección de “Materiales y métodos”, los ensayos se realizaron con lotes de ratas independientes para cada una de las vitaminas que debían evaluarse, trabajando con tres grupos experimentales y uno control:

Grupo A: Los animales fueron alimentados exclusivamente con dieta formulada según lo establecido en 1993 por el *American Institute of Nutrition* (AIN’93 G) para todos los nutrientes, a excepción de la vitamina A. Al finalizar el período de depleción de vitamina A, de acuerdo a Pasatiempo y colaboradores (Pasatiempo, 1989) se inició la repleción administrando a los animales deplecionados dieta AIN’93 G, conteniendo 120 µg vitamina A/100 g de dieta (G+A) durante 33 días, momento en el que fueron sacrificados previa toma de muestra de plasma.

Grupo B: Los animales fueron alimentados exclusivamente con dieta formulada según AIN’93 G para todos los nutrientes, a excepción de la vitamina E. Al finalizar el período de depleción de vitamina E, en base a los trabajos realizados por Bourre JM and Clement M. (Bourre, 1991), se inició la repleción administrando a los animales deplecionados dieta AIN’93 G (G+E) durante 19 días, momento en el que fueron sacrificados previa toma de muestra de plasma.

Grupo C: Los animales fueron alimentados exclusivamente con dieta formulada según AIN’93 G para todos los nutrientes, a excepción de la vitamina D, Al finalizar el período de depleción en vitamina D según trabajos realizados en 1982 por Lester G.E. y colaboradores (Lester, 1982), se inició la repleción en vitamina D administrando a los animales deplecionados dieta AIN’93G, conteniendo vitamina D (G+D) durante 33 días, momento en el que fueron sacrificados previa toma de muestra de plasma.

Grupos control: Los valores de referencia, para cada una de las vitaminas, se determinaron en un grupo control alimentado con dieta AIN'93 G, durante toda la experiencia.

La tabla 31 muestra los resultados de los niveles plasmáticos de las vitaminas A, E y D en los ensayos de depleción/repleción en el modelo experimental diseñado.

TABLA 31 VALORES PLASMÁTICOS DE VITAMINAS A, E Y D EN LOS DIFERENTES GRUPOS DEL MODELO EXPERIMENTAL

Niveles plasmáticos de retinol ($\mu\text{g/dl}$)			
Grupo	Depleción A	Repleción A	Control A
	(n = 6)	(n = 6)	(n = 8)
Promedio \pm DE	7 ± 1^a	29 ± 7^b	32 ± 14^b
Niveles plasmáticos de vitamina E (mg/dl)			
	Depleción E	Repleción E	Control E
	(n = 6)	(n = 6)	(n = 8)
Promedio \pm DE	$0,383 \pm 0,09^a$	$1,23 \pm 0,24^b$	$1,05 \pm 0,26^b$
Niveles plasmáticos de 25 OH calciferol (ng/ml)			
	Depleción D	Repleción D	Control D
	(n = 4)	(n = 6)	(n = 6)
Promedio \pm DE	$4,3 \pm 0,6^a$	$32,0 \pm 12,2^b$	$30,9 \pm 1,1^b$

^{a b} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,01$)

Los resultados evidencian que se logró un cuadro de depleción acorde al objetivo propuesto, con diferencias altamente significativas con referencia al grupo control.

Como puede observarse en la tabla precedente, los niveles plasmáticos de cada una de las tres vitaminas en los animales replecionados alcanzaron valores que no fueron significativamente diferentes a los del grupo control.

Es de destacar también que la repleción con dieta AIN'93 G evidenció un incremento altamente significativo en referencia al valor de depleción.

Experiencia con budines

Como ya se destacó en “Materiales y métodos”, los animales deplecionados recibieron como única fuente de vitaminas la provista por los budines formulados.

La tabla 32 muestra los resultados de los niveles plasmáticos las vitaminas A, E y D en los ensayos, tanto de depleción como de repleción, en la experiencia realizada con budines fortificados.

TABLA 32 VALORES PLASMÁTICOS DE VITAMINAS A, E Y D EN LOS DIFERENTES GRUPOS EXPERIMENTALES

Niveles plasmáticos de retinol ($\mu\text{g}/\text{dl}$)			
	Depleción A	Repleción A	Control A
	(n=8)	(n=6)	(n=16)
Promedio \pm DE	6 ± 3^a	23 ± 7^b	35 ± 1^b
Niveles plasmáticos de tocoferol (mg/dl)			
	Depleción E	Repleción E	Control E
	(n=8)	(n=8)	(n=14)
Promedio \pm DE	$0,47 \pm 0,12^a$	$1,20 \pm 0,15^b$	$1,02 \pm 0,24^b$
Niveles plasmáticos de 25-OH calciferol (ng/ml)			
	Depleción D	Repleción D	Control D
	(n=8)	(n=8)	(n=7)
Promedio \pm DE	$5,8 \pm 1,5^a$	$39,4 \pm 11,5^b$	$33,3 \pm 12,2^b$

^{a b} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,01$)

Para cada una de las vitaminas, las condiciones de los grupos “depleción” y “control” fueron similares en la experiencia desarrollada para comprobar el modelo y en la experiencia con budines.

Teniendo en cuenta que para cada vitamina los valores obtenidos en las dos experiencias no fueron estadísticamente diferentes, los mismos se integraron en un solo grupo realizando un promedio de los valores del total de animales deplecionados y un promedio de los valores del total de animales control (aumentando, de esa manera, el tamaño muestral).

Los dos grupos restantes a ser comparados fueron los correspondientes al período de repleción, con dieta AIN'93G para el desarrollo del modelo experimental y dieta de budines para la experiencia de evaluación de los mismos.

TABLA 33: INTEGRACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EXPERIENCIA DE DISEÑO DEL MODELO EXPERIMENTAL Y LA EXPERIENCIA CON BUDINES

	Depleción A	Repleción A AIN'93	Repleción A budín	Control A
	(n=14)	(n=6)	(n=6)	(n=24)
	Retinol (µg/dl)			
Promedio ± DE	6 ± 2 ^a	29 ± 7 ^b	23 ± 7 ^b	34 ± 12 ^b
	Depleción E	Repleción E AIN'93	Repleción E budín	Control E
	(n=14)	(n=6)	(n=8)	(n=22)
	Tocoferol (mg/dl)			
Promedio ± DE	0,47 ± 0,12 ^a	1,23 ± 0,24 ^b	1,20 ± 0,15 ^b	0,96 ± 0,22 ^b
	Depleción D	Repleción D AIN'93	Repleción D budín	Control D
	(n=12)	(n=6)	(n=8)	(n=13)
	25-OH calciferol (ng/ml)			
Promedio ± DE	5,3 ± 1,4 ^a	32 ± 12,2 ^b	39,4 ± 11,5 ^b	32,1 ± 11,5 ^b

^{a b} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,01)

Los resultados obtenidos en la experiencia de repleción con dieta de budines resultaron ampliamente satisfactorios dándonos la pauta de la eficiencia biológica de una intervención alimentaria como la propuesta con el producto desarrollado.

Se evidenció un incremento considerable en el valor plasmático para cada una de las vitaminas en referencia al estado inicial de depleción, llegando a valores que no presentaron diferencias significativas tanto con respecto al grupo control (tomado como referencia los valores finales que se querían alcanzar) como al grupo de repleción con dieta AIN'93 G, la cual realiza el aporte de cantidades que cubren los requerimientos para un normal desarrollo de los animales utilizados en el modelo experimental.

TABLA 34: ANALISIS DE LA VARIANZA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA CADA UNO DE LOS GRUPOS EN EXPERIENCIAS DE VITAMINAS A, D Y E

COMPARACIÓN	P	Valor
Experiencia con vitamina A		
Depleción A vs Control A dieta AIN'93G	***	P<0,001
Depleción A vs Repleción dieta AIN A	***	P<0,001
Depleción A vs Repleción dieta budín A	***	P<0,001
Repleción dieta budín A vs Control A dieta AIN'93G	ns	P>0,05
Repleción dieta budín A vs Repleción dieta AIN A	ns	P>0,05
Repleción dieta AIN A vs Control A AIN'93G	ns	P>0,05
Experiencia con vitamina E		
Depleción E vs Control E dieta AIN'93G	***	P<0,001
Depleción E vs Repleción dieta AIN E	***	P<0,001
Depleción E vs Repleción dieta budín E	***	P<0,001
Repleción dieta budín E vs Control E dieta AIN'93G	ns	P>0,05
Repleción dieta budín E vs Repleción dieta AIN E	ns	P>0,05
Repleción dieta AIN E vs Control E dieta AIN'93G	ns	P>0,05
Experiencia con vitamina D		
Depleción D vs Control D dieta AIN'93G	***	P<0,001
Depleción D vs Repleción dieta AIN D	***	P<0,001
Depleción D vs Repleción dieta budín D	***	P<0,001
Repleción dieta budín D vs Control D dieta AIN'93G	ns	P>0,05
Repleción dieta budín D vs Repleción dieta AIN D	ns	P>0,05
Repleción dieta AIN D vs Control D dieta AIN'93G	ns	P>0,05

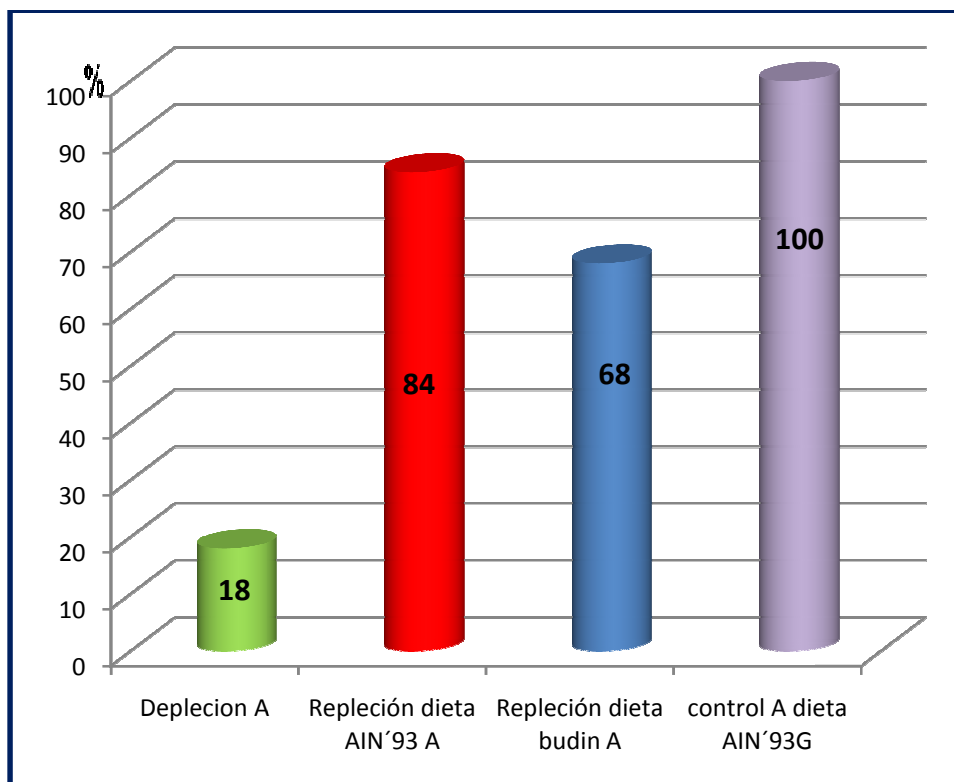
Ensayo biológico con vitamina A

En el gráfico número 1 se puede observar que, tomando como referencia (100 %) el control con dieta AIN'93 G, el nivel de retinol plasmático de los animales deplecionados alcanzó un valor del 18 %.

Los animales replecionados con vitamina A, mediante dieta AIN'93 G (G+A), alcanzaron un 84% del control, y los replecionados con el budín, un 68%.

Las diferencias entre los dos grupos replecionados y el control no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, no se logró alcanzar los valores del control, probablemente debido a que la duración del período de repleción no permitió replecionar el depósito de vitamina A en el hígado para alcanzar el valor normal de retinol plasmático (Lewis, 1942).

GRAFICO 1: VALORES RELATIVOS DE RETINOL PLASMATICO EN RELACIÓN AL GRUPO CONTROL

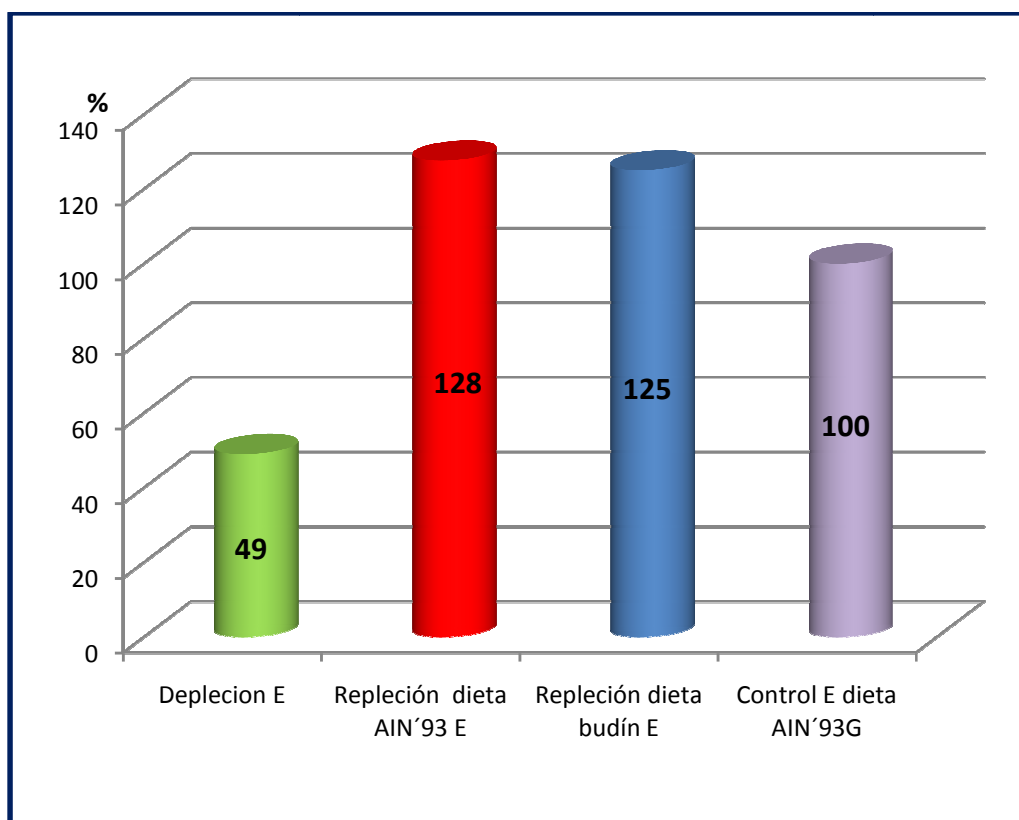


Ensayo biológico con vitamina E

En el gráfico 2 que sigue a continuación, se puede observar que el nivel plasmático de tocoferol de los animales deplecionados alcanzó un valor del 49 % con respecto al control.

Los animales replecionados con vitamina E, tanto mediante la dieta de budín experimental como mediante la dieta AIN'93 G (G+E), superaron los valores obtenidos para el grupo control entre un 25 y un 28 %.

GRAFICO 2: VALORES RELATIVOS DE VITAMINA E PLASMÁTICA EN RELACIÓN AL GRUPO CONTROL



Ensayo biológico con vitamina D

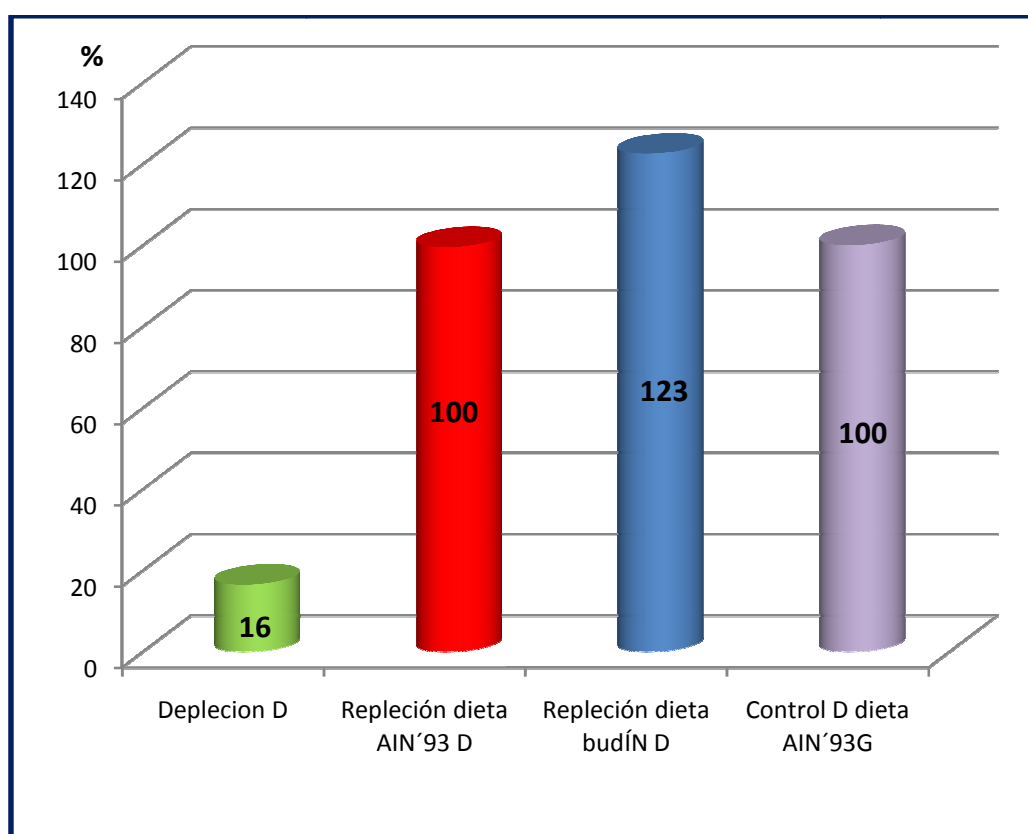
En la siguiente figura, se puede observar que el nivel de 25-OHD de los animales deplecionados alcanzó un valor del 16 % con respecto al control.

Los animales replecionados mediante dieta AIN'93 G (G+D) superaron los valores de vitamina D obtenidos para el grupo control, y los que recibieron la dieta con budín

experimental superaron en un 23 % los valores obtenidos con las dietas AIN'93 G y control.

Los resultados presentados, correspondientes a las experiencias con vitaminas A, E y D, comprueban uno de los requisitos que deben cumplir los alimentos fortificados: no crear un desequilibrio de nutrientes esenciales. Esta premisa se evidencia en los resultados de la repleción con el budín en las tres vitaminas estudiadas, que alcanzan valores similares a los obtenidos con la dieta control.

GRAFICO 3: VALORES RELATIVOS DE 25 OH D PLASMÁTICO EN RELACIÓN AL GRUPO CONTROL



Discusión

Vitamina A

La cobertura de los requerimientos de vitamina A es de gran importancia para disminuir la morbi-mortalidad en todas las edades. Diversos estudios han corroborado problemas

nutricionales acerca de la inadecuación de vitamina A en la dieta de individuos mayores, su relación con el deterioro cognitivo y de la movilidad. También alertan acerca de situaciones de deterioro de la función inmunitaria y del riesgo nutricional, evidenciados mediante el cuestionario del *Mini Nutritional Assessment* (Vellas B, 1999).

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), asociado con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), desarrolló la tecnología de fortificación del azúcar, para corregir la elevada prevalencia de deficiencia de la vitamina A en la región de América Central. El Programa se implementó por primera vez en Guatemala, en la década del 70, en donde, como resultado, disminuyó la prevalencia de déficit de vitamina A del 22 al 5 % en el transcurso de un año (Mora, 2000), (Arroyave, 1981), (Dary, 2002)

En nuestro caso, el producto diseñado aporta el 65% de las IR de vitamina A para mujeres adultas, de acuerdo a las recomendaciones de la *National Academy of Science*, EEUU para la población norteamericana (700 Equivalentes de actividad de retinol). No obstante, si consideramos las IR recomendadas por FAO, ese porcentaje se eleva al 90 % (500 Equivalentes de retinol).

La experiencia desarrollada corrobora la eficiencia de la fortificación de vitamina A en un producto panificado.

Vitamina E

El aporte de vitamina E realizado por el producto desarrollado en el presente trabajo representa más del doble de la IR para el adulto (15 mg de alfa-tocoferol). La IR se ha establecido en función de los niveles plasmáticos de tocoferol y de la dosis que previene la hemólisis inducida por peróxidos. Además, la vitamina E, debido a sus funciones antioxidantes, se ha relacionado a la prevención de enfermedades degenerativas en el adulto.

Al mismo tiempo, la vitamina E también cumple una importante función antioxidante en el alimento, ya que previene la oxidación de los ácidos grasos poli insaturados (AGPI). Teniendo en cuenta la IR de vitamina E (15 mg) y las recomendaciones sobre el consumo de AGPI (22 g), una relación óptima sería de 0,7 mg de vitamina E/g de AGPI. El alimento desarrollado presenta una relación muy superior (3,8 mg de vitamina E/g de

AGPI), lo que asegura ejercer una función antioxidante no solo en el individuo, sino también en el alimento, sin perder de vista que esas cantidades son muy inferiores al límite superior de ingesta que es de 1000 mg/d.

Vitamina D

Otro problema nutricional al que se debe prestar atención especial lo constituye la hipovitaminosis D, que agrava la osteoporosis senil, aumenta el riesgo de fracturas, y deteriora la calidad de vida, además de aumentar los costos de salud. Por otra parte, los cambios sociales y el estilo de vida han contribuido a que una gran cantidad de personas añosas residan en instituciones, en donde se les pueden agravar los problemas nutricionales, debido a insuficiente exposición al sol. Se ha evidenciado que la prevalencia de deficiencia de vitamina D guarda relación con la presencia de fracturas previas en individuos mayores residentes en diferentes zonas de la Argentina. Por otra parte, un estudio en mujeres mayores de 65 años, residentes en lugares geográficos de similar índice de heliofanía (ciudad de Lleida, España, y Gran Buenos Aires, Argentina) ha evidenciado hipovitaminosis severa en casi la mitad de los individuos al finalizar el verano.

El producto presentado en este trabajo fue diseñado para aportar el 100 % de las nuevas IR de vitamina D de la población mayor de 50 y de 70 años (15 µg y 20 µg, respectivamente). Los resultados de la actividad biológica de la vitamina D, evaluada mediante el modelo experimental utilizado en el presente trabajo, evidenciaron que se alcanzan valores plasmáticos de 25OH superiores a 30ng/ml, que son los aconsejables para prevenir las fracturas óseas, lo cual corroboraría la eficiencia de la cantidad empleada para la fortificación y evitaría el tratamiento farmacológico, que implica el riesgo de sobredosis.

La eficacia de una propuesta de enriquecimiento de alimentos depende de si se acepta o no el alimento fortificado y si es consumido por la población a la cual está destinado. Factores tales como la calidad, el sabor y el precio de los productos enriquecidos jugarán un papel importante en la determinación de la eficacia del programa de fortificación.

Desde un punto de vista técnico, la estabilidad nutricional durante la formulación, preparación, procesamiento y almacenamiento es crucial en la determinación de la

producción efectiva de alimentos fortificados; razón por la cual, recurrimos a la asistencia técnica de Fortitech® para no descuidar este aspecto.

Los resultados obtenidos evidencian que las vitaminas agregadas no sufrieron deterioro durante la elaboración del producto.

Conclusiones

El producto diseñado aporta el 65% de las IR de vitamina A para mujeres adultas, de acuerdo a las recomendaciones de la National Academy of Science, para la población norteamericana (700 Equivalentes de actividad de retinol) no obstante, si consideramos las IR recomendadas por FAO, ese porcentaje se eleva al 90 % (500 Equivalentes de retinol). Además, se comprobó la eficiencia de la fortificación de vitamina A en el producto panificado.

El aporte de vitamina E representa más del doble de la IR para el adulto y una relación de vitamina E/g de AGPI que asegura ejercer una función antioxidante no solo en el individuo, sino también en el alimento.

La actividad biológica de la vitamina D evidencio que se alcanzan valores plasmáticos de 25OH superiores los aconsejables para prevenir las fracturas óseas.

6 . Resultados y discusión

LIPIDOS

6. Lípidos

Efecto sobre la composición en ácidos grasos en diferentes tejidos

El presente capítulo tuvo como propósito evidenciar el impacto de una intervención nutricional sobre la distribución de ácidos grasos en diferentes tejidos mediante la incorporación a la dieta de un budín diseñado con un perfil de ácidos grasos preestablecido.

Se estudió, en un modelo experimental en ratas Wistar, la modificación del perfil de ácidos grasos de plasma, tejido adiposo y membrana de eritrocito como resultado de la ingesta de un producto diseñado a partir de la selección y combinación de una variedad de materias primas aportadoras de diferentes ácidos grasos.

La elección de las fuentes de lípidos se realizó teniendo en cuenta la composición en ácidos grasos de las materias primas seleccionadas, de modo tal que el budín presentara la siguiente distribución: 29% de grasa saturada, 28% de grasa monoinsaturada, 38% de grasa poliinsaturada y una adecuada relación ω -6: ω -3. Como referencia se tomó un budín elaborado de acuerdo a una receta tradicional típica para este tipo de productos donde la principal fuente de materia grasa es la manteca.

Tal como se describió detalladamente en materiales y métodos se trabajó con dos grupos de ratas Wistar conformados por 7 animales cada uno, los cuales fueron alimentados “ad libitum” durante 30 días con la dieta correspondiente. En ambos casos, los budines cubrieron las necesidades de energía, proteínas y lípidos, agregando vitaminas y minerales de acuerdo a lo establecido en AIN’93G.

El grupo A recibió budín formulado según receta tradicional donde, por ser manteca la principal fuente de materia grasa, predominaban los ácidos grasos saturados; el grupo B fue alimentado con budín experimental donde la distribución de ácidos grasos fue la citada precedentemente.

La composición porcentual y valor energético de los dos budines con los que se realizó la experiencia se detallan en la tabla 35. En la tabla 36 se presenta la distribución de los ácidos grasos presente en los mismos expresados como porcentaje de ésteres metílicos.

TABLA 35: COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS BUDINES A BASE DE MANTECA Y EXPERIMENTAL

	Muestra A Budín tradicional base manteca	Muestra B Budín experimental
	Expresada cada 100 gramos	
Valor energético	393 kcal	376 kcal
	Promedio ± DS	
Humedad (g)	21,0 ± 0,3	19,1 ± 0,1
Cenizas (g)	1,3 ± 0,1	1,8 ± 0,1
Proteínas (g)	10,8 ± 0,4	12,5 ± 0,5
Carbohidratos (g)	47,2	41,4
Lípidos (g)	17,9 ± 0,2	17,8 ± 0,5
Fibra (g)	1,8 ± 0,2	7,4 ± 0,7

TABLA 36: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE ÉSTERES METÁLICOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS

Ácido graso		Muestra A Budín tradicional base manteca	Muestra B Budín experimental
		Expresados como distribución porcentual de los esteres metílicos (% ± DE)	
Butírico	(4:0)	1,0 ± 0,2	0,4 ± 0,1
Caproico	(6:0)	2,3 ± 0,3	0,5 ± 0,0
Caprílico	(8:0)	1,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Cáprico	(10:0)	2,6 ± 0,4	0,6 ± 0,1
Láurico	(12:0)	2,7 ± 0,4	0,8 ± 0,2
Mirístico	(14:0)	8,6 ± 1,0	3,2 ± 0,5
Palmítico	(16:0)	27,2 ± 4,3	15,6 ± 3,9
Palmitoleico	(16:1)	2,1 ± 0,3	0,7 ± 0,2
Margárico	(17:0)	0,8 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Esteárico	(18:0)	15,0 ± 2,2	5,5 ± 0,7
Trans-elaídico	(18:1 t)	3,8 ± 0,8	1,0 ± 0,1
Oleico	(18:1) ω-9	20,9 ± 3,3	28,8 ± 4,0
Cis-octadecenoico	(18:1)	0,9 ± 0,0	0,8 ± 0,1
Trans linoelaídico	(18:2) trans	0,7 ± 0,0	0,3 ± 0,1
Linoleico	(18:2) ω-6	3,4 ± 0,3	33,6 ± 2,5
Linolénico	(18:3) ω-3	0,5 ± 0,0	4,6 ± 0,2
Gadoelico	(20:1)	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Araquídico	(20:0)	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0
Behénico	(22:0)	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1
Lignocérico	(24:0)	-	0,1 ± 0
Total ácidos grasos saturados		61,7	27,4
Total ácidos grasos monoinsaturados		23,9	30,5
Total ácidos grasos poliinsaturados		3,9	38,2
Relación ω 6: ω3		7:1	7:1

Resultados

El registro de los pesos promedio de cada uno de los grupos al inicio y finalización de la experiencia son presentados en la tabla 37.

TABLA 37 REGISTRO DE PESO DE LOS ANIMALES Y DEL CONSUMO DE DIETA DURANTE LA EXPERIENCIA

	Dieta	
	Muestra A Budín tradicional base manteca	Muestra B Budín experimental
Peso corporal inicial (g)	46,0 ± 1,7	48,6 ± 3,5
Peso corporal final (g)	242,0 ± 41,2	262,0 ± 42,8
Ingesta de alimento (g/rata/d)	15,6	13,8

De acuerdo a la interpretación de los mismos se puede concluir que no existió efecto de la dieta sobre estos parámetros de crecimiento, ni sobre el consumo de alimento.

En la tabla 38 se presentan los resultados del perfil de lípidos plasmáticos (colesterol total, colesterol HDL y triglicéridos) determinados en los dos grupos al finalizar la experiencia.

Si bien existió una ligera diferencia significativa ($p < 0,05$) en los niveles de colesterol, el perfil lipídico del plasma presentó valores normales para las ratas de la cepa Wistar similares a los que se puede encontrar en la bibliografía (Oyewole, 2013).

TABLA 38: CONTENIDO DE LÍPIDOS PLASMÁTICOS

	Muestra A Budín tradicional base manteca	Muestra B Budín experimental
Colesterol (mg/ 100 g)	98 ± 8^a	112 ± 8^b
HDL (mg/ 100 g)	27 ± 4^a	29 ± 3^a
Triglicéridos (mg/ 100 g)	45 ± 17^a	51 ± 19^a

^{a b} Letras distintas significan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Los resultados de la distribución porcentual de ácidos grasos (expresada como ésteres metílicos) en plasma, tejido adiposo o membrana de eritrocitos obtenidos por cromatografía se presentan en las siguientes tablas:

TABLA 39: COMPOSICIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS PLASMÁTICOS DE LOS ANIMALES ALIMENTADOS CON LAS DIETAS DE BUDINES DE MANTECA O EXPERIMENTAL

Acido graso		Muestra A Budín tradicional base manteca % ± DE	Muestra B Budín experimental % ± DE
		Expresados como distribución porcentual de los esteres metílicos	
Mirístico	(14:0)	1,6 ± 0,3 a	0,9 ± 0,2 b
Palmítico	(16:0)	22,7 ± 3,4 a	18,2 ± 1,2 b
Palmitoleico	(16:1)	1,6 ± 0,5 a	0,9 ± 0,2 b
Estearico	(18:0)	14,3 ± 1,2 a	15,4 ± 1,5 a
Oleico	(18:1) n-9	15,3 ± 2,5 a	11,4 ± 2,5 b
Cis-octadecenoico	(18:1) n-9	0,5 ± 0,4 a	0,7 ± 0,1 a
Linoleico	(18:2) n-6	10,2 ± 1,1 a	18,2 ± 1,4 b
gama linolénico	(18:0) n-6	0,4 ± 0,2 a	0,3 ± 0,1 a
Linolénico	(18:3) n-3	0,3 ± 0,1 a	0,7 ± 0,3 b
Araquidónico	(18:4) n-6	19,9 ± 2,8 a	22,5 ± 2,6 a
EPA	(20:5) n-3	0,4 ± 0,1 a	0,4 ± 0,2 a
DHA	(22:6) n-3	2,8 ± 0,4 a	3,4 ± 0,4 a
Total saturados		41,4 ± 3,2 a	36,6 ± 1,6 b
Total monoinsaturados		18,2 ± 2,3 a	13,5 ± 2,4 b
Total poliinsaturados		34,1 ± 3,1 a	45,7 ± 2,7 b
Total ácidos grasos trans		1,4 ± 0,3 a	0,7 ± 0,3 b
Total CMNI*		4,8 ± 1,0	3,5 ± 0,7

*CMNI Componentes menores no identificados

^a^b Letras distintas significan diferencias significativas (p<0.05)

TABLA 40: COMPOSICIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN TEJIDO ADIPOSO DE LOS ANIMALES ALIMENTADOS CON LAS DIETAS DE BUDINES DE MANTECA O EXPERIMENTAL

Acido graso		Muestra A Budín tradicional base manteca % ± DE	Muestra B Budín experimental % ± DE
		Expresados como distribución porcentual de los esteres metílicos	
Mirístico	(14:0)	5,7 ± 0,4 a	2,5 ± 0,1 b
Palmítico	(16:0) n-7	28,1 ± 0,9 a	20,1 ± 0,8 b
Palmitoleico	(16:1)	4,2 ± 0,5	2,6 ± 0,3 b
Esteárico	(18:0)	7,9 ± 0,8 a	5,4 ± 0,9 b
Oleico	(18:1) n-9	35,1 ± 1,3 a	32,2 ± 0,9 b
Cis-octadecenoico	(18:1) n-9	1,4 ± 0,3 a	0,1 ± 0,3 b
Linoleico	(18:2) n-6	6,4 ± 1,5 a	27,4 ± 0,3 b
gama linolénico	(18:0) n-6	0,1 ± 0,0 a	0,2 ± 0,8 a
Linolénico	(18:3) n-3	0,6 ± 0,2 a	2,6 ± 0,1 b
Araquidónico	(18:4) n-6	0,2 ± 0,1 a	0,6 ± 0,2 b
EPA	(20:5) n-3	0,1 ± 0,0 a	0,0 ± 0,1 a
DHA	(22:6) n-3	0,0 ± 0,0 a	0,2 ± 0,0 b
Total saturados		45,0 ± 1,2 a	29,5 ± 0,8 b
Total monoinsaturados		42,6 ± 1,6 a	35,7 ± 0,9 b
Total poliinsaturados		8,2 ± 1,9 a	31,7 ± 1,0 b
Total ácidos grasos trans		3,7 ± 0,4 a	1,5 ± 0,4 b
Total CMNI*		0,6 ± 0,3	1,5 ± 0,6

*CMNI Componentes menores no identificados

^a^b Letras distintas significan diferencias significativas (p<0.05)

TABLA 41: COMPOSICIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN MEMBRANA DE ERITROCITO DE LOS ANIMALES ALIMENTADOS CON LAS DIETAS DE BUDINES DE MANTECA O EXPERIMENTAL

Acido graso		Muestra A Budín tradicional base manteca % ± DE	Muestra B Budín experimental % ± DE
		Expresados como distribución porcentual de los esteres metílicos	
Mirístico	(14:0)	1,8 ± 0,2 a	1,2 ± 0,2 b
Palmítico	(16:0) n-7	35,1 ± 1,9 a	33,4 ± 3,2 a
Palmitoleico	(17:1)	0,9 ± 0,3 a	0,6 ± 0,2 a
Margárico	(16:1)	0,6 ± 0,1 a	0,5 ± 0,1 a
Heptadecenoico	(16:1)	1,1 ± 0,2 a	1,2 ± 0,2 a
Esteárico	(18:0)	21,5 ± 1,1 a	22,9 ± 1,6 a
Oleico	(18:1) n-9	10,3 ± 0,5 a	10,3 ± 1,4 a
Cis-octadecenoico	(18:1) n-9	3,1 ± 0,3 a	2,7 ± 0,9 a
Linoleico	(18:2) n-6	2,9 ± 0,3 a	4,5 ± 0,5 b
gama linolénico	(18:0) n-6	0,1 ± 0,1 a	0,1 ± 0,1 a
Linolénico	(18:3) n-3	0,2 ± 0,1 a	0,2 ± 0,1 a
Gadoélico	(20:1)	0,2 ± 0,1 a	0,3 ± 0,2 a
Araquídico	(20:0)	0,5 ± 0,1 a	0,3 ± 0,2 a
Behénico	(22:0)	1,5 ± 0,2 a	0,5 ± 0,1 b
Araquidónico	(18:4) n-6	1,7 ± 0,3 a	1,5 ± 0,6 a
EPA	(20:5) n-3	3,2 ± 0,3 a	3,3 ± 0,5 a
DHA	(22:6) n-3	1,6 ± 0,4 a	1,4 ± 0,5 a
Total saturados		63,9 ± 2,0 a	62,3 ± 4,6 a
Total monoinsaturados		16,7 ± 1,2 a	15,6 ± 4,8 a
Total poliinsaturados		13,2 ± 1,5 a	14,7 ± 1,8 a
Total ácidos grasos trans		1,4 ± 0,3 a	1,0 ± 0,2 a
Total CMNI*		4,8 ± 1,0	6,3 ± 0,9

*CMNI Componentes menores no identificados

^{a,b} Letras distintas significan diferencias significativas (p<0.05)

La cantidad y las características de los ácidos grasos presentes tanto en los alimentos como en muestras biológicas es variada y existen varios sistemas de nomenclatura.

El sistema de la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada -IUPAC-IUB Comisión sobre la Nomenclatura, 1978) nombra a los ácidos solamente sobre la base del número de átomos de carbono y el número y posición de los dobles enlaces relacionada con el grupo carboxilo. El átomo de carbono del grupo carboxilo aparece en primer lugar y los carbonos de la cadena del ácido graso se enumeran partiendo del mismo.

Convencionalmente, se identifica un enlace específico de una cadena por el número más bajo de los dos carbonos que enlaza. Por ejemplo, el nombre sistemático del ácido linoleico (AL) es *cis*-9, *cis*-12-ácido octadecadienoico.

Aunque la nomenclatura establecida por IUPAC es muy clara y precisa, los nombres de los ácidos grasos son largos por lo que en los artículos científicos se ha optado por usar nombres comunes o históricos y notaciones abreviadas.

En el ámbito de la bioquímica y la nutrición es muy común el uso del sistema de notación **n-x** para los ácidos grasos insaturados *cis* naturales. El término n-x hace referencia a la posición del doble enlace del ácido graso que se encuentra más cercano al extremo metilo de la molécula. Este sistema define las diferentes series metabólicas n-9, n-6 y n-3. El AL, que tiene su primer doble enlace en el sexto carbono si partimos del extremo metilo, suele abreviarse como 18:2n-6. Al sistema n-x se le conoce también como sistema omega (ω), por lo que es frecuente el uso de los términos ω -3 y ω -6.

En base a las características químicas y propiedades biológicas, en nutrición, habitualmente, los AG se distribuyen en tres amplios grupos: ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos mono insaturados (AGMI) y ácidos grasos poli insaturados (AGPI).

Los AGS se refieren a los ácidos grasos saturados más abundantes en nuestra dieta, concretamente los de C14, C16 y C18, excepto en el caso de la leche donde se encuentran presentes AGS que van desde C4 a C18.

Los AGMI se refieren a los ácidos grasos monoinsaturados, de los que el más abundante en la dieta occidental es el ácido oleico (C18:1n-9)

Los AGPI se refieren a los grasos poliinsaturados, los más abundantes en nuestra dieta incluyen sobre todo al ácido linoleico (C18:2 n-6) y en una menor porción al ácido alfa-linolénico (C18:3 n-3). También, y dependiendo de la ingesta de pescado se incluye una proporción variable pero relativamente baja de AGPI de cadena larga tales como ácido

araquidónico (AA), ácido eicosapentaenoico (EPA), ácido docosapentaenoico (DPA) y ácido docosahexaenoico (DHA).

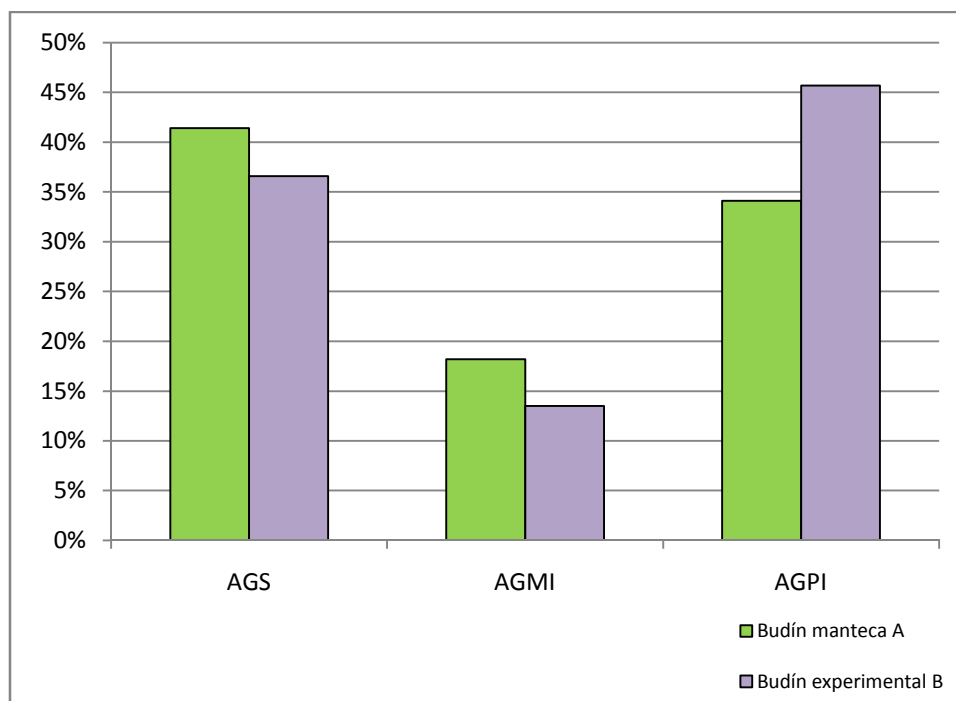
Discusión

Perfil de ácidos grasos plasmáticos

Como se observa en la tabla 39 y en el gráfico 4 el grupo experimental B presentó un incremento significativo del contenido porcentual de AL que se refleja en el incremento de AGPI, mientras se observó una ligera disminución de los AGMI y AGS. Esta distribución indica que el perfil de ácidos grasos plasmáticos refleja el perfil de AG de los lípidos presentes en la dieta. Estos resultados concuerdan con otros autores que han evidenciado, en el hombre, que la ingesta de AL en la dieta aumenta el AL plasmático.

Por otra parte, no se encontraron incrementos significativos en el contenido porcentual de ALA, EPA Y DPA n-3, aunque la relación $\omega 6/\omega 3$ fue similar en los 2 grupos estudiados (8,7 vs 8,5) y ligeramente superior a la de los lípidos de la dieta (7,1).

GRÁFICO 4: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE AGS, AGMI Y AGPI EN PLASMA*



* En los tres grupos se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el budín A y el budín B

Los resultados encontrados por otros autores han evidenciado que la ingesta de ALA en la dieta aumenta el ALA, EPA Y DPA N-3 en plasma, aumentando muy poco el DHA, (Li et al., 1999); (Brenna, 2002); (Burdge, 2005). Sin embargo, estudios con isótopos estables indican que la conversión de ALA a EPA y, posteriormente a DHA, es muy limitada en el hombre, pero mayor en la mujer probablemente debido al efecto de los estrógenos.

El perfil de lípidos plasmáticos refleja no sólo el efecto de la composición de ácidos grasos de la dieta sino también el papel regulador del metabolismo hepático.

El hígado sintetiza lípidos en el citosol a partir de acetil coenzima A (CoA) que es el iniciador de la *síntesis de novo* y es la base para la elaboración de las unidades de malonil CoA, dador de unidades carbonadas con las cuales se elongan los ácidos grasos.

La síntesis de un ácido graso se inicia, en el complejo multienzimático de la sintetasa de ácidos grasos, por el extremo del carbono metileno y termina en el extremo del carbono carboxílico para formar ácidos grasos saturados de diferentes longitudes de carbono, siendo el producto final el ácido palmítico (16:0). El ácido palmítico se libera de dicho complejo, puede ser alargado a ácido esteárico y a ácidos grasos saturados superiores, mediante la acción de los sistemas de alargamiento de grupos acetilo.

Los productos de la *síntesis de novo* son esterificados con glicerol para formar TG. En el hígado, estos TG se incorporan a las llamadas lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), que son más pequeñas que los quilomicrones, y, con esta forma, se transportan a la circulación. De igual manera que los quilomicrones, las VLDL descargan los triglicéridos en los tejidos extrahepáticos.

Si se sigue habitualmente una dieta compuesta por AGS el tejido adiposo se compondrá sobre todo de 16:0, 18:0 y 18:1n-9, que son los principales productos de la *síntesis de novo* (Vemuri M, 2008). En los tejidos animales la desaturación de los ácidos grasos saturados sintetizados de novo se detiene con la formación de AGMI de la serie n-9 (ω -9) y el ácido oleico es el producto principal. Esta conversión es llevada a cabo por la Δ 9-desaturasa, enzima muy activa en los tejidos de los mamíferos, que introduce dobles enlaces en la posición 9-10 de la cadena.

Por dicho motivo el perfil de ácidos grasos plasmáticos de la dieta a base de manteca muestra un aumento significativo de los AGS y AGMI en relación a la del budín experimental.

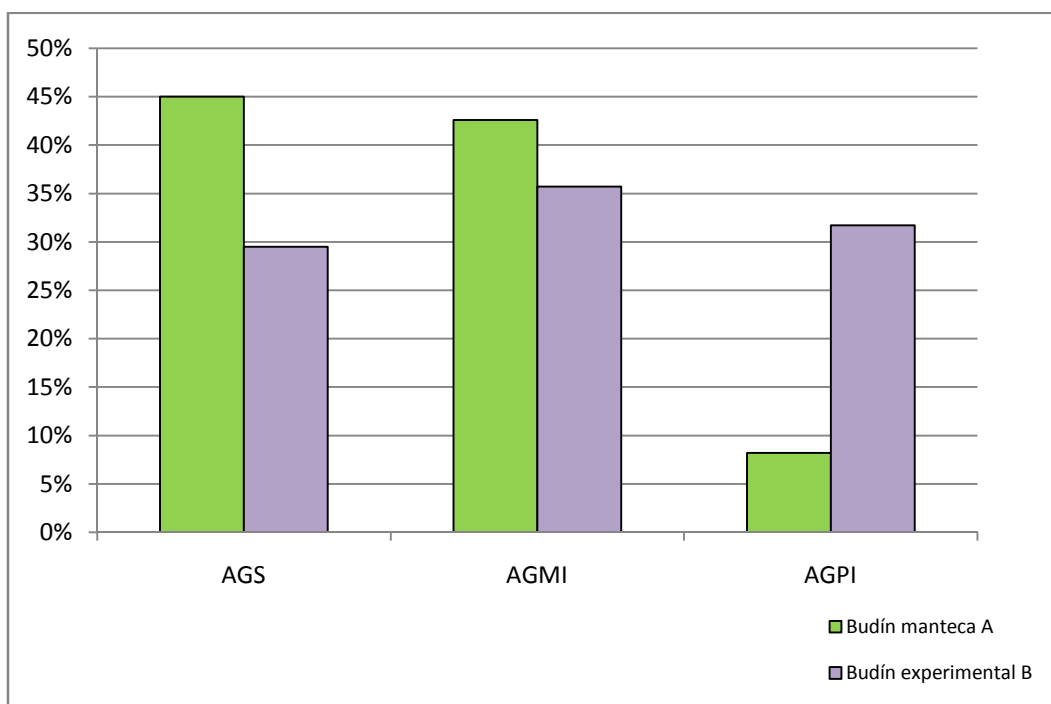
Los ácidos grasos provenientes de la ingesta (principalmente de cadena media y larga) tienen una gran influencia en la síntesis *de novo* y es probable que la inhiban (Vemuri M 2008).

La síntesis *de novo* en personas sanas produce aproximadamente el 20 % de los TG del tejido adiposo recién formado (Strawford, 2004).

Perfil de lípidos en tejido graso

Los resultados del perfil de ácidos grasos en tejido adiposo evidenciaron que el grupo B presentó un incremento significativo del contenido de ácido linoleico, linolénico y de AGPI totales, con disminución de los AGMI y AGS. (tabla 40). Estos resultados concuerdan con otros autores que han evidenciado que las personas que ingieren grandes cantidades de AL depositarán este ácido graso en el tejido adiposo (Thomas, 1987).

GRÁFICO 5: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE AGS, AGMI Y AGPI EN TEJIDO ADIPOSEO*



* En los tres grupos se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el budín A y el budín B

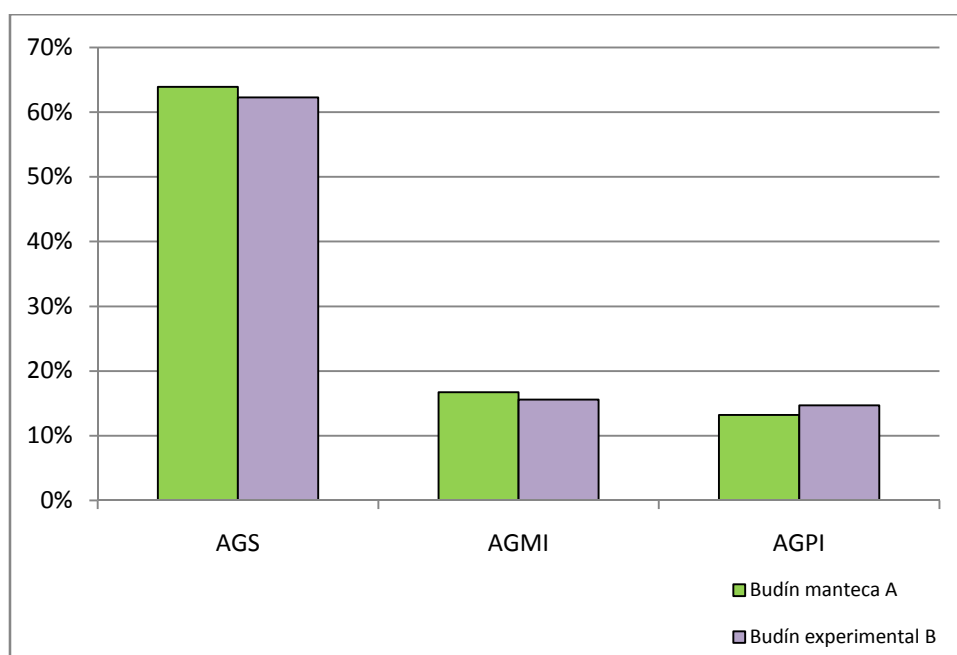
Perfil de lípidos en membrana de eritrocito

La composición del perfil de lípidos en membrana de eritrocito presentó, en el grupo experimental (Grupo B) un incremento significativo del contenido de ácido

linoleico y de la relación $\omega 6/\omega 3$ (0.94 vs 1,35), sin cambio en los AGS, AGMI Y AGPI (tabla 41).

Los niveles de linoleico en eritrocito están aumentados en menor proporción, probablemente porque la relación entre la duración del período experimental (30 días) y la vida media del eritrocito (120 días) refleja la composición de la dieta en el largo plazo debido a una tasa de rotación más lenta (Qi Sun, 2007).

GRÁFICO 6: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE AGS, AGMI Y AGPI EN MEMBRANA DE ERITROCITO*



* En los tres grupos se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el budín A y el budín B

Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga y eicosanoides

Los mamíferos pueden introducir dobles enlaces en la posición $\Delta 9$ pero no pueden hacerlo entre la posición $\Delta 10$ y el metilo terminal; como consecuencia tanto el AL como el ALA no pueden ser sintetizados por los mamíferos a diferencia de algunas especies vegetales que pueden sintetizar ambos al incorporar dobles enlaces en las posiciones ($\omega -6$) y ($\omega -3$) por este motivo dichos ácidos grasos deben ser proporcionados por la dieta.

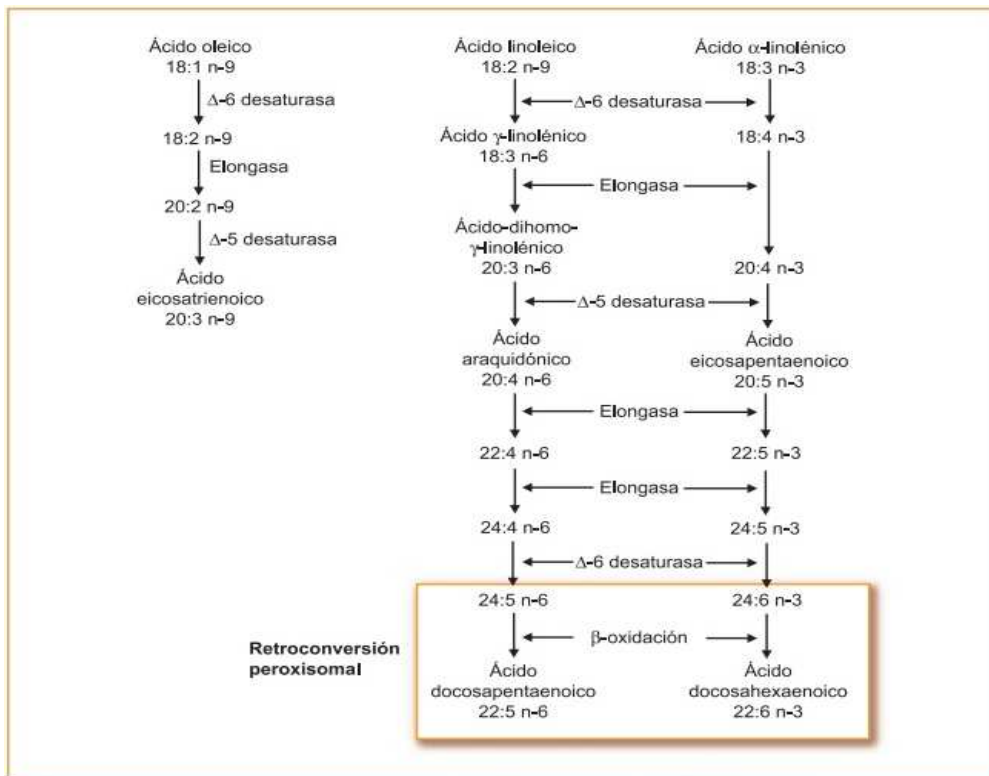
A partir de éstos se pueden convertir en familias $\omega -6$ y $\omega -3$ de AGPI de cadena larga (C20 y C22) mediante una serie de reacciones alternas de desaturación y elongación (Figura 20). Esas rutas sólo necesitan las desaturasas $\Delta 6$ y $\Delta 5$, una elongasa del sistema

microsómico y una fase de acortamiento de la cadena, lo que implica la β -oxidación en los peroxisomas (Moore et al, 1995); (Sprecher, 2002).

Los pasos son:

- Inserción de un doble enlace en la posición n-12 del AL y del ALA mediante la acción de la $\Delta 6$ -desaturasa.
- Alargamiento de dos unidades de carbono por acción de la elongasa.
- Introducción de otro doble enlace mediante la $\Delta 5$ -desaturasa para formar el AA (20:4 ω -6) y el EPA (20:5 ω -3), respectivamente.
- Alargamiento de AA con dos unidades de carbono a 22:4n-6 y EPA a 22:5n-3, respectivamente.
- Alargamiento adicional de 22:04n-6 y 22:5n-3 mediante dos unidades de carbono produce 24:4n-6 y 24:5n-3, respectivamente.
- Los AGPI de C24 son desaturados por la $\Delta 6$ -desaturasa para dar 24:5n-6 y 24:6n-3.
- Finalmente el DHA se forma a partir del 24:6n-3 por acortamiento de la cadena en dos unidades de carbono durante un ciclo de la ruta β -peroxisómica. El mismo mecanismo de acortamiento de la cadena, el 22:5n-6 se produce a partir del 24:5n-6.

FIGURA 20: ETAPAS METABÓLICAS DE LA BIOSÍNTESIS DE ÁCIDOS GRASOS Ω -3, Ω -6 Y Ω -9 A PARTIR DE SUS PRECURSORES



Las dos rutas son independientes pero debido a que utilizan las mismas enzimas ambas series compiten por las transformaciones.

A nivel celular los niveles de los AGPI ω -6, derivados del AL, son más altos que los de AGPI ω -3, debido al predominio del AL en la dieta humana en relación a la ingesta de ALA que es generalmente baja. Por otra parte, el rendimiento de la transformación de ALA en EPA Y DHA es bajo y la ingesta de ALA aumenta el ALA, el EPA y el DPA n-3, aunque el DHA aumenta muy poco en plasma, plaquetas, glóbulos blancos y glóbulos rojos, (Li et al., 1999; Brenna, 2002; Burdge y Calder, 2005).

Estudios basados en marcadores de isótopos estables observaron que el rendimiento de transformación del ALA en EPA es de un 0,2 %, en DPA ω -3 de un 0,13 % y en DHA de un 0,05 % (Pawlosky RJ, 2001).

Tanto los ácidos grasos esenciales AL y ALA como sus productos de cadena larga: AA, EPA y DHA tienen importantes funciones fisiológicas.

Los eicosanoides derivados de estos están involucrados en varios procesos biológicos entre los que se incluyen la modulación de la inflamación, la agregación plaquetaria, la respuesta inmunitaria, el crecimiento y proliferación celular, y la contracción y la dilatación de las células del músculo liso.

Cuando pasan a formar parte de lípidos estructurales, estos ácidos grasos pueden modificar la fluidez y el espesor de la membrana celular así como también alterar las interacciones específicas con las proteínas de la membrana.

En las membranas, las interacciones entre lípidos y proteínas pueden depender de un ácido graso poliinsaturado específico.

Una vez que forman parte de los fosfolípidos de membrana ejercen un control metabólico a través de su papel de precursores de los eicosanoides. Estos compuestos altamente activos de 20 átomos de carbono (de ahí les viene su nombre ya que Eikosi- es un prefijo griego que significa veinte) son liberados en cantidades muy pequeñas para actuar rápidamente en su entorno inmediato.

El primer paso de la biosíntesis de los eicosanoides consiste en la liberación de un ácido graso poliinsaturado de 20 átomos de carbono por acción de las fosfolipasas sobre los fosfolípidos, principalmente una fosfolipasa A₂ o bien sobre los diacilglicéridos que se producen en el ciclo del fosfato de inositol.

La secuencia de los eicosanoides consiste en derivados hidroxilados de los ácidos grasos poliinsaturados de 20 átomos de carbono:

- (a) Productos cíclicos, generados por una ciclo-oxigenasa: prostaglandinas, prostaciclina y tromboxano.
- (b) Productos de la lipoxigenasa: leucotrienos
- (c) Productos de la actividad del citocromo P₄₅₀.

Los eicosanoides son en general muy potentes, sus efectos son muy diversos, y la acción de los derivados del AA puede ser contraria a la de los derivados del EPA.

Entre los más activos se encuentra el tromboxano A₂, derivado del ácido araquidónico producido a través de la ruta de la ciclo-oxigenasa. Este eicosanoide es un agente pro-agregante de plaquetas y de contracción del músculo liso que se inactiva rápidamente originando tromboxano B₂. La prostaciclina, producida mediante la ciclo-oxigenasa en las células de las paredes de los vasos sanguíneos, es un agente anti-agregante de las plaquetas y vasodilatador.

Otros productos de la ruta de la ciclo-oxigenasa ejercen diversos efectos sobre las células del músculo liso o sobre las células inmunocompetentes. Entre los productos de la ruta de la lipoxigenasa, los leucotrienos actúan sobre parámetros vasculares (permeabilidad, contractibilidad), y presentan propiedades quimiotácticas. Intervienen en la modulación de los procesos inflamatorios e inmunitarios.

Los ácidos grasos poliinsaturados de 20 átomos de carbono y distintos grados de insaturación dan lugar a eicosanoides con distinto número y patrones de insaturación, y con actividades biológicas algo diferentes. Puesto que el ácido araquidónico (20:4 n-6) es el principal ácido graso poliinsaturado celular, la serie 2 de los eicosanoides es la más abundante y generalmente la más activa. Cuando se incorpora a los lípidos celulares un ácido graso poliinsaturado de 20 átomos de carbono con distinto número de dobles enlaces, por ejemplo, ácido di-homo-gamma linolénico (ADGL), 20:3 n-6, o ácido eicosapentanoico (AEP), 20:5 n-3, se producen respectivamente eicosanoides de la serie 1 o de la serie 3. Estos ácidos grasos también compiten con el ácido araquidónico por la ciclo-oxigenasa, y por lo tanto reducen la formación de eicosanoides de la serie 2. El AEP favorece la formación de eicosanoides de la serie 3 e inhibe la formación de eicosanoides de la serie 2.

Eicosanoides y enfermedades degenerativas

Las concentraciones de eicosanoides y docosanoides sintetizados en los tejidos están relacionadas sobre todo con los niveles de los ácidos grasos n-6 y n-3 en la dieta. En consecuencia un desequilibrio en la síntesis de eicosanoides en los tejidos puede conducir al

desarrollo de ciertas condiciones patológicas, entre las que se incluyen la trombosis, la enfermedad renal, la inflamación, el asma, la enfermedad inflamatoria intestinal y otras muchas condiciones inflamatorias (Calder P, 2006).

Se postula que la regulación de la formación de eicosanoides mediante cambios en la composición de ácidos grasos de la dieta pueda reducir el riesgo de enfermedades crónicas. La competición existente entre las series n-3 y n-6 por las desaturasas y la COX implica que un aumento de los AGPI N-3, especialmente el EPA y el DHA, reduciría los niveles de AA en los lípidos de los tejidos disminuyendo la formación de los eicosanoides proagregantes e inflamatorios derivados del AA.

Si bien muchos de los estudios existentes hasta el momento no son concluyentes hay evidencia de niveles plasmáticos disminuidos de DHA en personas violentas con personalidad antisocial (Virkkunen, 1987). Esos resultados permitirían aconsejar el desarrollo de intervenciones nutricionales con ácidos grasos ω -3 para mejorar el comportamiento antisocial, disminuir la agresión y la hostilidad de individuos sometidos a un constante estrés psicológico.

Varias líneas de evidencia indican que existe una asociación entre los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 y la depresión, planteándose la hipótesis que la depleción de estos ácidos grasos en las membranas celulares puede tener una importancia etiológica (Smith, 1991). En este tipo de pacientes se produce una disminución de los ácidos grasos n-3, cuyos principales componentes son los ácidos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), y en forma concordante se observa un aumento de sus competidores, en cuanto a ocupación de vías metabólicas, los denominados ácidos grasos poliinsaturados omega-6 (AGPI N-6) cuyo principal representante es el ácido araquidónico (AA).

Esta asociación se ha investigado en los ácidos grasos de las membranas plasmáticas de eritrocitos, encontrándose que pacientes depresivos tienen una reducción significativa de los AGPI N-3 la que se asocia con la severidad de la depresión (Edwards R, 1998), (Heude B, 2003)

La posible disfunción que relacionaría al déficit de los ácidos grasos n-3 con la depresión, puede deberse a muchas alteraciones moleculares en distintos objetivos de la estructura y del funcionamiento cerebral, sin embargo, también puede ser el resultado de la sumatoria de todas estas disfunciones.

Existe un desequilibrio de ácidos grasos que se traduce como la disminución absoluta de AGPI N-3 y un aumento secundario de AGPI N-6 aunque la relación causa-efecto entre la disminución de los ácidos grasos n-3 y la sintomatología depresiva no está determinada (Tapia AS, 2008)

Por otra parte, los ácidos grasos de las familias n-6 y n-3 comparten las mismas enzimas involucradas en la ruta biosintética (elongasas y desaturasas) presentando los AGPI n-3 una mayor afinidad por ellas. Además, el EPA puede inhibir en forma efectiva a la enzima $\Delta 5$ -desaturasa bloqueando la transformación de ácido dihomogammalinolénico (obtenido a partir del ácido linoleico) en ácido araquidónico. Sin embargo, altos valores de ácido linoleico pueden inhibir la transformación de linolénico en EPA y DHA desplazando el equilibrio hacia la serie n-6

Conclusiones:

Los resultados del presente estudio evidencian que el incremento del contenido de AGE de la dieta se ve reflejado en el perfil de lípidos plasmáticos y de tejido adiposo poniendo de manifiesto el efecto beneficioso del consumo de alimentos enriquecidos con ácidos grasos polinsaturados para prevenir alteraciones del metabolismo lipídico y sus consecuencias sobre las enfermedades crónicas.

Los niveles de ácido linoleico en eritrocito están aumentados en menor proporción que en plasma o tejido adiposo, probablemente porque la vida media del eritrocito refleja la composición de la dieta en el largo plazo debido a un recambio más lento.

Como se ha demostrado, una intervención nutricional con un alimento diseñado procurando un determinado perfil de ácidos grasos se ve reflejada en la distribución de estos en los tejidos.

Teniendo en cuenta que mediante cambios en la composición de ácidos grasos de la dieta se puede regular la formación de eicosanoides mediante la competición existente entre las series n-3 y n-6 por las enzimas desaturasas y carboxilasas resulta promisorio la incorporación, en la formulación, de materias primas aportadoras de los AGPI n-3 especialmente el EPA y el DHA, tales como aceites de pescado o algas marinas, los cuales reducirían los niveles de AA en los lípidos de los tejidos disminuyendo la formación de los eicosanoides proagregantes e inflamatorios derivados del mismo.

7 . Resultados y discusión

PROTEINAS

7. Proteínas

Evaluación de la calidad proteica

La utilización de animales de laboratorio para las tareas de investigación y ensayos en las áreas de Farmacología, Toxicología, Nutrición, etc., ha cobrado, con el correr del tiempo, una importancia creciente. Para los trabajos de Nutrición, la rata albina es la más utilizada entre los animales pequeños, por presentar indispensabilidad de casi todos los nutrientes, al igual que en el humano. Es un animal omnívoro, que mantiene una curva de crecimiento sigmoidea con un aporte correcto y equilibrado de nutrientes. Durante este periodo, es sumamente sensible a pequeños cambios en la composición de la dieta.

El conocimiento del contenido proteico de un alimento no es suficiente para calcular la cobertura de las ingestas recomendadas, ya que entra en juego otro aspecto muy importante que es el de la *calidad proteica*, la cual está directamente ligada a la composición de aminoácidos (AA) que presenta la proteína. Por consiguiente, la gran variabilidad en el contenido de AA de la proteína, de acuerdo a su origen, se va a ver reflejada en la respuesta del organismo.

En el contexto de las dietas reales o de alimentos que aportan proteínas, la adecuación nutricional está dada por su capacidad para satisfacer las necesidades metabólicas de nitrógeno, para promover el crecimiento, mantener el equilibrio nitrogenado y reparar eventuales pérdidas de nitrógeno y de los aminoácidos indispensables (AAI).

En consecuencia, la calidad de una proteína está dada por su capacidad de reemplazar el nitrógeno que el organismo pierde inevitablemente durante sus procesos biológicos. Esta capacidad ha recibido el nombre de “valor biológico” (VB) y se puede definir como la fracción de nitrógeno absorbido que es retenido por el organismo.

$$\text{VB} = [\text{N RETENIDO} / \text{N ABSORBIDO}] \times 100$$

Un segundo concepto de importancia práctica es el “Valor Nutritivo” (VN), que está dado por la relación entre el nitrógeno retenido y el nitrógeno ingerido.

$$\text{VN} = [\text{N RETENIDO} / \text{N INGERIDO}] \times 100$$

El tercer concepto que vincula los dos anteriores es el de *Digestibilidad* (D).

$$\text{D} = [\text{N ABSORBIDO} / \text{N INGERIDO}] \times 100$$

Si bien desde el punto de vista del nitrógeno todas las proteínas son equivalentes (ya que en promedio lo contienen, aproximadamente un 16 %), su VB difiere de acuerdo a la composición en aminoácidos indispensables (AAI) y a su biodisponibilidad. Además de la variabilidad intrínseca dada por el origen de esa proteína, la D puede alterarse como consecuencia del ritmo y el volumen de la ingesta, de la interacción con otros componentes del alimento o dieta, o a causa de las modificaciones en sus moléculas durante el procesamiento y el almacenamiento.

Uno de los AAI más afectados es la lisina que, por otra parte, puede ser prevalentemente deficitaria en dietas a base de cereales. La disminución en la disponibilidad de la lisina se produce como consecuencia de la reacción de Maillard, en la cual, se bloquea el grupo amino libre con grupos carbonilo provenientes de azúcares reductores u otros compuestos presentes en los alimentos, como pueden ser productos derivados de la oxidación de lípidos, y que originan una base de Schiff y otros productos secundarios. La disminución de la biodisponibilidad de la lisina lleva aparejada la disminución del VB y de la D y, por ello, del VN (Martins S, 2001).

Debido a que los requerimientos de AAI varían según la edad, el VB pasa a ser una variable dependiente del sujeto al cual está destinada esa proteína. (FAO, 1985)

Cualquier grado de deficiencia de un AAI con respecto a las necesidades condicionará, por su nivel de presencia, la utilización de los demás AAI y, por lo tanto, la utilización proteica. Sobre esta base, las proteínas se pueden clasificar a lo largo de una escala relativa porcentual cuyos extremos son el cero, si carece de un AAI, y 100% si posee todos los AAI en la proporción adecuada para cubrir las necesidades del grupo al que va a ser destinada.

Retomando lo expresado inicialmente, el concepto práctico que integra todos estos aspectos relacionados a la composición en los AAI de las proteínas y los de su absorción y biodisponibilidad, se lo denomina VN o “utilización proteica neta” (UPN), que se define como la fracción del nitrógeno digerido que es retenido por el organismo:

$$UPN = VN = [N \text{ RETENIDO} / N \text{ INGERIDO}] \times 100 = VB \times D / 100$$

Cálculo de la calidad proteica a partir del perfil de aminoácidos indispensables (AAI)

El puntaje químico, número químico o *Chemical Score* (CS) se basa en calcular el porcentaje de presencia de los AAI respecto de la proteína tomada como referencia (PR) para el grupo etario correspondiente:

$$CS = \frac{\text{mg de AAI por gramo de proteína en estudio}}{\text{mg de AAI por g de proteína de referencia}} \times 100$$

El porcentaje del AAI presente en mayor déficit es el CS, por lo tanto, el valor de este indicador puede oscilar entre 0 y 100.

Se consideran valores aceptables de CS aquellos que están por encima del 60 % de la proteína de referencia adecuada, aunque este criterio se encuentra actualmente en revisión. Para todos los grupos etarios por encima de un año, se aconseja utilizar como proteína de referencia (PR) el perfil de AAI propuesto por FAO 131 (FAO, 2007).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la proteína del producto desarrollado.

TABLA 42: APOORTE PROTEICO POR PORCIÓN EFECTUADO POR CADA UNO DE LOS INGREDIENTES

	Harina de lino	Harina de soja	Ovoalbúmina	Harina de trigo	Total
Ingrediente (g)	8,9	13	4,2	28	54,1
Proteína (g)	2,35	5,9	3,3	2,9	14,5

En la tabla 43 figura el contenido de AAI de cada una de las fuentes proteicas, expresados como mg de aminoácido por gramo de proteína.

TABLA 43: CONTENIDO DE AMINOACIDOS DE LAS DIFERENTES FUENTES PROTEICAS UTILIZAS

Aminoácido	Fuente proteica *			
	Lino	Soja	Ovoalbúmina	Trigo
	mg/g proteína	mg/g proteína	mg/g proteína	mg/g proteína
Histidina	26	25	23	22
Leucina	68	74	84	69
Isoleucina	49	44	56	35
Lisina	47	61	68	22
Azufrados	39	27	60	39
Treonina	42	40	45	27
Aromáticos	79	82	97	81
Triptofano	16	13	12	12
Valina	59	46	64	40

* USDA, 2013

Una porción de 120 g de budín va a contener 14,5 g de proteína cuya composición en AAI se detalla en la tabla 44

TABLA 44: APOORTE DE AAI REALIZADO POR CADA UNO DE LOS INGREDIENTES

Aminoácido	Lino 2,35 g	Soja 5,9 g	Ovoalbúmina 3,3 g	Trigo 2,9 g	Total 14,5 g	Budín	Requerimiento Preescolar *	%
	mg de aminoácido por porción de 120 g de budín					AA expresados como mg/g proteína	mg/g proteína	
Histidina	61	145	74	65	345	23,8	18	132
Leucina	159	439	278	199	1075	74,2	55	135
Isoleucina	115	261	186	100	663	45,7	25	183
Lisina	111	359	224	64	758	52,3	48	109
Azufrados	91	160	199	113	563	38,8	23	169
Treonina	98	234	150	79	561	38,7	25	155
Aromáticos	186	485	321	234	1226	84,6	47	180
Triptofano	38	78	41	36	193	13,3	6,6	201
Valina	138	269	210	117	733	50,6	32	158

* (FAO, 2007)

En consecuencia, el valor del CS para el budín será del 100 % sin presentar aminoácido limitante.

Cálculo de PDCAAS

A partir del año 1991, un comité de expertos FAO/OMS estableció el *Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score* (PDCAAS) (FAO, 1991) como la forma de establecer la calidad proteica a partir del perfil de AAI, corregido por la D de la proteína determinada por métodos *in vitro* o *in vivo*. La D será igual a 100 cuando el nitrógeno ingerido sea totalmente absorbido; en su evaluación “*in vivo*”, el contenido de nitrógeno en las heces representa la cantidad no absorbida, es decir, la proporción de proteínas que, por sus características físicas o propiedades químicas, resistieron el ataque de las enzimas proteolíticas.

$$\text{PDCAAS} = \frac{\text{mg del 1}^\circ \text{ AA limitante en 1 g de proteína en estudio}}{\text{mg del mismo AA en 1 g de proteína de referencia}} \times \% D \times 100$$

El valor de digestibilidad en el budín fue de 89 %, determinado en los animales durante el transcurso de la experiencia. El contenido de nitrógeno tanto en alimento como en heces fue determinado por el método de Kjeldahl, y la digestibilidad proteica de cada dieta, según la siguiente fórmula:

$$D = (NA/Ni) \times 100 = (Ni - Nf) \times Ni$$

TABLA 45: CALCULO DE PDCAAS

Aminoácido	mg/g proteína	mg/g proteína corregidos por digestibilidad 89%	PDCAAS	PDCAAS %
Histidina	23,2	21	1,18	
Leucina	74,8	66	1,20	
Isoleucina	51,3	41	1,63	
<u>Lisina</u>	<u>50,8</u>	<u>47</u>	<u>0,97</u>	<u>97</u>
Azufrados	40,1	35	1,50	
Treonina	38,5	34	1,38	
Aromáticos	86,3	75	1,60	
Triptofano	13,8	12	1,79	
Valina	54,7	45	1,41	

Si bien el PDCAAS es generalmente aceptado como un procedimiento de rutina para la evaluación de la calidad de la proteína, existen algunos aspectos importantes que merecen atención. En este método, se compara el perfil de aminoácidos del alimento en cuestión con un perfil de aminoácidos de referencia, siendo 100 la máxima puntuación posible. Las puntuaciones por encima de 100 correspondientes a los AAI que superan el contenido en la proteína de referencia no son contempladas y, por lo tanto, truncados en 100, lo que no permite el cálculo de complementación con otras proteínas.

Por otra parte, la determinación de la D a partir del nitrógeno contenido en las heces es problemático para algunos investigadores. El uso de la digestibilidad fecal puede sobreestimar el valor nutricional de una proteína, debido a que los microorganismos utilizan algunos aminoácidos que no se absorben en el intestino delgado y dan lugar a un aumento aparente de la digestibilidad (Schaafsma G. 2000).

Desde su adopción por la FAO/OMS en 1991, el método PDCAAS fue ampliamente aceptado, pero también criticado por las razones mencionadas. Además de los problemas de truncamiento y la sobreestimación, el PDCAAS no se ajusta adecuadamente a los alimentos susceptibles de daño por procesamiento y a los factores antinutricionales que pueden hacer que algunos aminoácidos no estén disponibles para la absorción.

Por esta razón, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recientemente ha publicado un informe en el que recomienda un método nuevo y avanzado para evaluar la calidad de las proteínas de la dieta. El informe "Evaluación de la calidad de las proteínas dietéticas en la nutrición humana", recomienda que el *Digestible Indispensable Amino Acid Score* (DIAAS) sustituya al PDCAAS como método preferente para medir la calidad de las proteínas (FAO, 2013).

El informe recomienda que se desarrollen más datos para lograr una aplicación total, pero, entretanto, la calidad proteica se debe calcular utilizando los valores del DIAAS derivados de los datos de digestibilidad de proteínas crudas contenidas en muestras fecales y registradas en una base de datos que se está desarrollando.

El DIAAS determina la digestibilidad de los aminoácidos en el extremo del intestino delgado, proporcionando una medida más precisa de las cantidades de aminoácidos absorbidos por el cuerpo y de la contribución de la proteína para los requerimientos de aminoácidos y de nitrógeno.

Evaluación de la calidad de la proteína mediante ensayos biológicos

La evaluación de la calidad de la proteína resultante fue determinada experimentalmente mediante la realización de los siguientes ensayos biológicos: Relación proteica neta (NPR), Relación proteica neta relativa (RNPR), Utilización proteica neta (UPN), Digestibilidad (D) y valor biológico, en función de UPN y D (Pellett PL, 1980).

Relación Proteica Neta (RPN)

Este método, basado solamente en variaciones de peso, puede considerarse una mejora de la Relación de eficiencia proteica (PER), que aún es aconsejado por la *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) y que evalúa la relación entre el incremento de peso y la ingesta de proteínas.

El RPN incluye la estimación de la proteína para mantenimiento del metabolismo basal y determina las pérdidas de peso de un lote de animales alimentado con dieta libre de proteínas (LP).

Para su cálculo, se utilizaron los valores de incremento de peso y consumo registrados en el ensayo de UPN, tanto para budines como para dieta LP. La pérdida de peso que se registra en el lote LP se considera como la proteína usada para mantenimiento

$$\text{RPN} = \frac{\text{Aumento de peso del lote experimental} + \text{Pérdida de peso lote LP}}{\text{Consumo de proteínas del lote experimental}}$$

Relación proteica neta relativa (RPNR)

Con el objetivo de estandarizar este ensayo, se propone también la RNPR que implica realizar un ensayo en simultáneo con un lote de dieta Caseína + Cistina a la que se le adjudica un valor de 100% para su NPR, estableciendo en función de este el valor de la dieta en estudio.

Los resultados se detallan en la tabla 46.

TABLA 46: RESULTADOS DEL RPN DE LA CASEÍNA Y DE LA PROTEÍNA DEL BUDÍN

	Peso inicio g	Peso final g	Diferencia de peso g	Ganancia de peso + pérdida peso LP	Nitrógeno ingerido g	Proteína ingerida g	RPN
Lote libre de proteínas							
Promedio	49,46	37,68	-11,77	-	0,015	-	-
Error estándar	1,46	1,74	0,66	-	0,001	-	-
Lote caseína							
Promedio	49,86	86,19	36,35	48,10	1,44	8,98	<u>5,42</u>
Error estándar	1,43	4,87	3,88	3,51	0,12	0,75	<u>0,25</u>
Lote budines							
Promedio	50,44	77,46	27,04	39,28	1,483	9,28	<u>4,25</u>
Error estándar	1,01	2,26	1,35	1,55	0,059	0,369	<u>0,10</u>

En este caso:

NPR Caseína	NPR Budines	RNPR
5,4	4,2	74 %

Utilización proteica neta (UPN)

Es un método basado en la retención nitrogenada, a su vez basado en el clásico trabajo de Miller y Bender (Miller DS 1955), y está definido como el cociente entre el nitrógeno retenido respecto del ingerido. El nitrógeno retenido es calculado de forma indirecta a partir del contenido de agua corporal, establecido mediante una ecuación desarrollada en el trabajo antes mencionado, la cual debe ser ajustada previamente en cada centro de experimentación. Para los animales de nuestro bioterio, se estableció el cálculo del nitrógeno corporal en función del agua corporal y se determinó experimentalmente la ecuación:

$$\text{Nitrógeno corporal} = (2,76 + 0,0293 X) \text{ agua}/100$$

Donde X es la edad (en días) de la rata al momento de ser sacrificada.

Por lo tanto:

$N = (2,76 + 0,0293 \times \text{días}) \times \text{agua}/100$
$N = 3,7562 \times \text{agua} / 100$

N: nitrógeno corporal.

De las mediciones de nitrógeno corporal de los lotes de dietas proteicas y del lote libre de proteínas, se arriba al cálculo de UPN dado por la siguiente ecuación:

$$UPN = \frac{N \text{ corporal lote experimental} - N \text{ experimental lote LP} - N \text{ ingerido lote LP}}{Nitrógeno ingerido lote experimental}$$

Los resultados de UPN de la caseína y de la proteína del budín se detallan en la tabla 4.5.

TABLA 47: UTILIZACIÓN PROTEICA NETA (UPN) DE CASEÍNA Y DE BUDÍN

	Agua corporal (g)	Nitrógeno corporal (g)	Nitrógeno ingerido (g)	N corporal LP – N ingerido LP	<u>UPN</u>
Lote libre de proteínas					
Promedio	26,443	0,993	0,015	0,978	-
Error estándar	1,097	0,041	0,001	0,041	-
Lote caseína					
Promedio	59,5	2,24	1,44		<u>88,6</u>
Error estándar	3,22	0,12	0,12	0,00	<u>4,6</u>
Lote budines					
Promedio	57,6	2,16	1,48		<u>80,9</u>
Error estándar	1,75	0,07	0,07		<u>2,1</u>

Digestibilidad

Como ya fue mencionado, la digestibilidad es la fracción del nitrógeno ingerido que es realmente absorbida por el organismo y está expresada en forma porcentual.

$$D = [N \text{ absorbido} / N \text{ ingerido}] \times 100$$

Para determinarla, se tomó un período acotado de tiempo dentro de la experiencia (los últimos seis días), en el cual, además de registrar el consumo de alimento, se recolectaron las heces cada 48 horas y se registró su peso; las mismas fueron lavadas con acetona y secadas hasta peso constante. Sobre estas muestras, se realizó la determinación del contenido de nitrógeno por método de Kjeldhal.

Para establecer la digestibilidad real, es necesario determinar la cantidad de nitrógeno fecal excretado por el lote LP (nitrógeno fecal metabólico) respondiendo la digestibilidad real a la siguiente ecuación:

$$D \text{ real} = \frac{N \text{ ingerido} - (N \text{ fecal} - N \text{ fecal metabólico}) \times 100}{N \text{ ingerido}}$$

TABLA 48: g DE N/ 100 G DE ALIMENTO SUMINISTRADO EN LA EXPERIENCIA

LP	0,0363
CM	1,6309
Budines	1,619

TABLA 49: RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS DURANTE LOS ENSAYOS DE EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE PROTEÍNAS

	Consumo alimento del lote durante 6 días (g)	Nitrógeno ingerido por el lote durante 6 días (g)	Peso heces recolectadas en 6 días (g)	N fecal en heces de 6 días (g)	N fecal – N fecal LP (g)	Digestibilidad
Total LP	143,7	0,0522	2,2	0,088		
Total Caseína	348,51	5,6838	5,1	0,2148	0,1268	97,7
Total Budines	323,9	5,2439	13,38	0,595	0,507	88,7

De los datos de la UPN y la D, se puede calcular el valor biológico de la proteína mediante la siguiente ecuación:

$$VB = \frac{UPN \times 100}{D}$$

Por lo tanto, tendremos:

Valor Biológico	
Caseína-Cistina	90,7 %
Budines	91,2 %

Discusión

En la tabla 4.9, se pueden comparar los resultados acerca del VB y del VN obtenidos con los distintos métodos para el budín elaborado.

TABLA 50: RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ENSAYOS BIOLÓGICOS REALIZADOS PARA EVALUAR LA CALIDAD PROTEICA

Método	Resultado
CS	100 %
Digestibilidad	89 %
PDCAAS	97 %
RPN	4,25 ± 0,10
RPNR	74 %
UPN	80,9 ± 2,1
VB	91,2 %

Se debe tener en cuenta que el CS fue calculado en base a los valores de composición en AAI de las “Tablas de Composición Internacionales”, que pueden presentar diferencias con la de las materias primas nacionales, de las cuales, no existen bases de datos.

Los cálculos teóricos del CS de la proteína de los budines dan un valor de 100 %.

La D evaluada mediante ensayos biológicos en ratas arrojó un valor de 89 %, por lo cual, el cálculo del PDCAAS es de 97 %.

Los ensayos biológicos indican que el valor de RPN es de 4,25, que representa el 74 % del obtenido con la caseína suplementada con cistina.

El UPN indica que el VN es de 80,9 %, que representa el 90 % del de la caseína suplementada.

Conclusiones

Estos resultados de los ensayos biológicos reflejan las interacciones que ocurren en el proceso digestivo. Por un lado, la digestibilidad proteica está afectada por el contenido y la naturaleza de la fibra (7,4 % proveniente, fundamentalmente, de las harinas de soja y de lino). Por otra parte, está demostrado que, durante el horneado, se produce la pérdida de lisina debido a la reacción de Maillard, por la interacción del grupo carbonilo del azúcar agregado en la formulación con el grupo ϵ -amino libre de la lisina.

Teniendo en cuenta el aporte de proteínas del alimento formulado (14,5 g/porción diaria) y el valor de UPN de 81 %, la utilización de la proteína en las condiciones reales es de 12,2 g y representa el 25 % de los requerimientos proteicos del grupo para el cual se ha formulado.

8 . Resultados y discusión

ÉVALUACION SENSORIAL

8. Análisis sensorial

Introducción

El análisis o evaluación sensorial es una disciplina científica que permite definir, medir, analizar e interpretar las características de un producto, utilizando para este propósito los órganos de los sentidos bajo la consideración de que no existe ningún instrumento que pueda reproducir o remplazar la respuesta humana.

Además, es una disciplina de la química analítica de los alimentos que se ocupa de evaluar las características organolépticas como olor, sabor y textura, que inciden en el consumo y aceptación de un alimento, aunque, desde el punto nutricional, tenga un aporte óptimo de nutrientes y posea adecuada calidad sanitaria y estética. Los métodos y procedimientos de medición utilizan como instrumentos los sentidos del ser humano, que permiten percibir, identificar y apreciar un cierto número de propiedades características de los alimentos.

Las características físicas y químicas de los alimentos causan estímulos sobre los órganos de los sentidos y posibilitan la percepción de impresiones visuales, gustativas, olfativas, táctiles y auditivas que hacen que el individuo acepte o rechace un alimento.

El análisis sensorial es una técnica que se utiliza, de manera general, para aceptar el desarrollo de un nuevo producto, determinar sus condiciones óptimas de conservación y situarlo frente a la competencia estudiando la influencia de modificaciones en la formulación o en el proceso de fabricación.

Los ensayos se pueden agrupar, a grandes rasgos, en dos categorías principales:

- Pruebas objetivas
- Pruebas hedónicas

Pruebas objetivas

Las pruebas objetivas, a su vez, se subdividen en discriminativas y descriptivas.

Las primeras tienen como objeto detectar la presencia o ausencia de diferencias de atributos sensoriales entre dos o más productos. Si dos productos difieren

significativamente entre sí, se justifica proceder con un ensayo descriptivo para identificar qué característica del producto ocasiona la diferencia.

La utilidad de las pruebas descriptivas es muy diversa, y su análisis representa una metodología más sofisticada en comparación con los métodos de discriminación. Los resultados comprenden una descripción completa de los productos y proveen la base para determinar las características sensoriales importantes para establecer la aceptabilidad, las diferencias sensoriales entre dos productos y caracterizar algunos atributos.

El método más utilizado es el Análisis Descriptivo Cuantitativo (cuya sigla en inglés es QDA Method®). Este método fue desarrollado por Stone y Sidel en 1974 con el fin de superar algunas limitaciones en los métodos anteriores (Stone y Sidel, 2004).

Estos ensayos utilizan un número limitado de evaluadores (entre 6 y 12). Si son más de 12, es difícil mantener la atención de todos en la etapa de discusión abierta; con menos de 6, existe el riesgo de confiar demasiado en muy pocos evaluadores.

Los evaluadores se seleccionan en base a su habilidad para percibir diferencias dentro del tipo de productos que se van a analizar regularmente. Asimismo, deben tener habilidad para verbalizar sus impresiones sensoriales y ser capaces de trabajar en grupo. Una de las virtudes del análisis descriptivo cuantitativo es la posibilidad de verificar que cada evaluador está diferenciando los productos en la mayoría de los descriptores. La confiabilidad de cada evaluador se mide obteniendo respuestas repetidas para cada producto y se monitorea su desempeño.

Otra característica del método es que emplea descriptores obtenidos por consenso. Los evaluadores prueban distintos productos y verbalizan sus impresiones. Además, el descriptor en sí mismo debe ser definido y, en lo posible, incluir un material de referencia.

Los descriptores se cuantifican utilizando escalas estructuradas o no estructuradas. Se utilizan líneas de 10 o 15 cm, ancladas en los extremos, con los términos “nada/mucho” o “muy bajo/muy alto”. La tarea del evaluador es hacer una marca vertical sobre la línea, que refleje la intensidad relativa que perciba del descriptor en cuestión. La cuantificación se realiza midiendo la distancia desde el ancla izquierda hasta la marca que realizó el evaluador.

Otro aspecto importante en la cuantificación es la repetición de los ensayos. Además de servir para monitorear a los evaluadores, es importante para obtener un nivel adecuado de discriminación.

Dependiendo del grado de diferencia entre los productos y la habilidad de los evaluadores, se recomienda realizar entre 2 y 4 repeticiones, y los resultados de este método se analizan estadísticamente.

Pruebas hedónicas

Las pruebas hedónicas son aquellas en las que el juez catador expresa su reacción subjetiva ante el material evaluado, señalando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo elegiría para comprar o no. Las pruebas hedónicas llevan la impronta de apreciaciones netamente personales, con la variabilidad que ello supone.

El principal propósito de los métodos afectivos es evaluar la respuesta de consumidores reales o potenciales de un producto. A diferencia de los métodos analíticos que se realizan con evaluadores seleccionados y entrenados, las pruebas afectivas se realizan con los consumidores objetivo del producto en cuestión. Los métodos afectivos cuantitativos están basados en el agrado o desagrado que provoca un producto o conjunto de productos. Estos métodos son aquellos con los cuales se determina la respuesta de un gran grupo de consumidores sobre preferencia y atributos sensoriales.

La medida de la aceptabilidad sensorial es un paso lógico y necesario antes de lanzar un producto al mercado. Nadie estaría dispuesto a invertir en un producto que fuera sensorialmente desagradable. En general, las medidas afectivas son pasos posteriores a los de discriminación y descripción, que reducen el número de muestras a un subgrupo manejable.

Generalmente, la mejora de un producto implica variar una o dos características que los consumidores han señalado como críticos y conocer cuáles son los atributos o ingredientes que más influyen sobre la aceptabilidad en el mercado.

Escalas hedónicas

Se entiende por prueba hedónica a aquella en la que el consumidor expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza. Los métodos de escalas involucran la aplicación de números para cuantificar las experiencias sensoriales. A través de este proceso de números, la evaluación sensorial se vuelve una ciencia cuantitativa sujeta a análisis estadísticos, modelos, predicciones y fuertes teorías. Los números pueden ser asignados por sensaciones de los consumidores

en una variedad de maneras: algunos por simple categorización, por ordenamiento, o en palabras que intentan reflejar la intensidad de la experiencia sensorial (Lawless y Heymann, 1998).

Las escalas hedónicas usadas frecuentemente son las siguientes:

a) Escala hedónica estructurada de 9 puntos en la que el consumidor debe indicar su agrado o desagrado haciendo una marca en el cuadro que mejor represente su opinión.

b) Las escalas hedónicas faciales constan de imágenes que denotan gusto o disgusto y que ayudan al juez a llevar a cabo la evaluación del producto pensando qué emoción le provocó la muestra al ser consumida. Las escalas de evaluación pueden variar en el número de imágenes presentadas usando las escalas más amplias con la intención de evitar los juicios extremos (Álvarez, 2008)

c) La escala hedónica de categoría utiliza un número definido de respuestas. Cada categoría está descrita verbalmente o cuantitativamente, o solamente están fijados los extremos y/o el punto medio. La escala de categoría más conocida representa 9 puntos y fue desarrollada por la armada estadounidense en los años cuarenta y adaptada también a dimensiones sensoriales (MacFie y Thomson, 1994).

- Extremadamente desagradable
- Muy desagradable
- Bastante desagradable
- Desagradable
- Ni desagradable ni agradable
- Agradable
- Bastante agradable
- Muy agradable
- Extremadamente agradable

d) En la escala hedónica no estructurada, el consumidor indica su agrado o desagrado, mediante una línea horizontal que cruza la escala sensorial, en el lugar que mejor represente su opinión.

e) En la escala de puntaje, el consumidor expresa, con valores numéricos entre el 1 y el 10, el grado de aceptabilidad por la muestra evaluada.

El análisis sensorial, tal como se describe en “Materiales y métodos”, se llevó a cabo con las siguientes muestras:

- (A) Budín elaborado con harina de lino dulce sin sabor.
- (B) Budín elaborado con harina de lino sabor vainilla.
- (C) Budín comercial sabor vainilla.
- (D) Budín elaborado con harina de lino sabor chocolate.
- (E) Budín comercial sabor chocolate.

RESULTADOS

Análisis descriptivo

Se realizó la evaluación de las muestras con un panel de 7 evaluadores entrenados del INTI CEREALES Y OLEAGINOSAS – 9 DE JULIO, seleccionados bajo la metodología IRAM 20005 Guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de los evaluadores: Parte 1 – Evaluadores seleccionados (ISO 8586-1:1993), con una experiencia de 2 años en la evaluación sensorial de productos panificados.

Se realizaron 9 sesiones de entrenamiento previas a las sesiones de medición, de 1 hora de duración cada una, durante las cuales, se desarrollaron los descriptores que se evaluarían, se presentaron las referencias de calibración y se consensuaron las intensidades de los descriptores evaluados que integraron la planilla de evaluación (Figuras 21 y 22).

En las Tablas 51 Y 52 se presentan los descriptores con su definición y las referencias presentadas con su valor consenso.

La medición se realizó durante 4 sesiones, durante las cuales, se evaluaron las muestras por duplicado, en orden monádico (una muestra por vez). Las muestras fueron presentadas codificadas con números de 3 dígitos elegidos al azar y servidas al azar en bandejas descartables de poliestireno semitransparente de 10x10x5 cm. Para la apariencia externa, las muestras fueron servidas enteras y servidas en bandejas plásticas de color blanco.

Para medir aroma y sabor, las sesiones se realizaron el 18 de noviembre, y el 25 de noviembre, para apariencia y textura. Durante las sesiones de medición de aroma y sabor, las muestras fueron evaluadas con luz roja.

Se presentó agua mineral Villa del Sur como neutralizante entre muestras.

FIGURA 21. PLANILLA DE EVALUACIÓN PARA APARIENCIA Y TEXTURA

ANALISIS DESCRIPTIVO DE BUDINES																																						
Nombre:	Fecha: ___/___/___																																					
Evaluador N°:	Muestra N°:																																					
<u>APARIENCIA</u>																																						
Intensidad de color marrón (interior)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nada</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">Mucho</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: right;">R=10</td> </tr> </table>	Nada	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mucho	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----												R=10											
Nada	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mucho																										
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																																						
R=10																																						
Intensidad de color amarillo (interior)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nada</td> <td colspan="10"></td> <td style="text-align: center;">Mucho</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	Nada											Mucho	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																								
Nada											Mucho																											
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																																						
Intensidad de brillo (en la corteza)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nada</td> <td colspan="10"></td> <td style="text-align: center;">Mucho</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	Nada											Mucho	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																								
Nada											Mucho																											
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																																						
Uniformidad de la corteza	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nada</td> <td colspan="10"></td> <td style="text-align: center;">Mucho</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	Nada											Mucho	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																								
Nada											Mucho																											
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																																						
<u>TEXTURA</u>																																						
Elasticidad manual	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nada</td> <td colspan="10"></td> <td style="text-align: center;">Mucho</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	Nada											Mucho	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																								
Nada											Mucho																											
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																																						
Grasitud en las manos	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nada</td> <td colspan="10"></td> <td style="text-align: center;">Mucho</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	Nada											Mucho	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																								
Nada											Mucho																											
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																																						
Cohesividad de masa (3m)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nada</td> <td colspan="10"></td> <td style="text-align: center;">Mucho</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	Nada											Mucho	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																								
Nada											Mucho																											
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																																						
Partículas fibrosas y duras	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nada</td> <td colspan="10"></td> <td style="text-align: center;">Mucho</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	Nada											Mucho	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																								
Nada											Mucho																											
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																																						
Sensación bucal	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nada seco</td> <td colspan="10"></td> <td style="text-align: center;">Muy seco</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Muy grasoso</td> <td colspan="10"></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	Nada seco											Muy seco	Muy grasoso												----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----												
Nada seco											Muy seco																											
Muy grasoso																																						
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																																						

FIGURA 22 (CONTINUACIÓN) PLANILLA DE EVALUACIÓN PARA AROMA Y SABOR

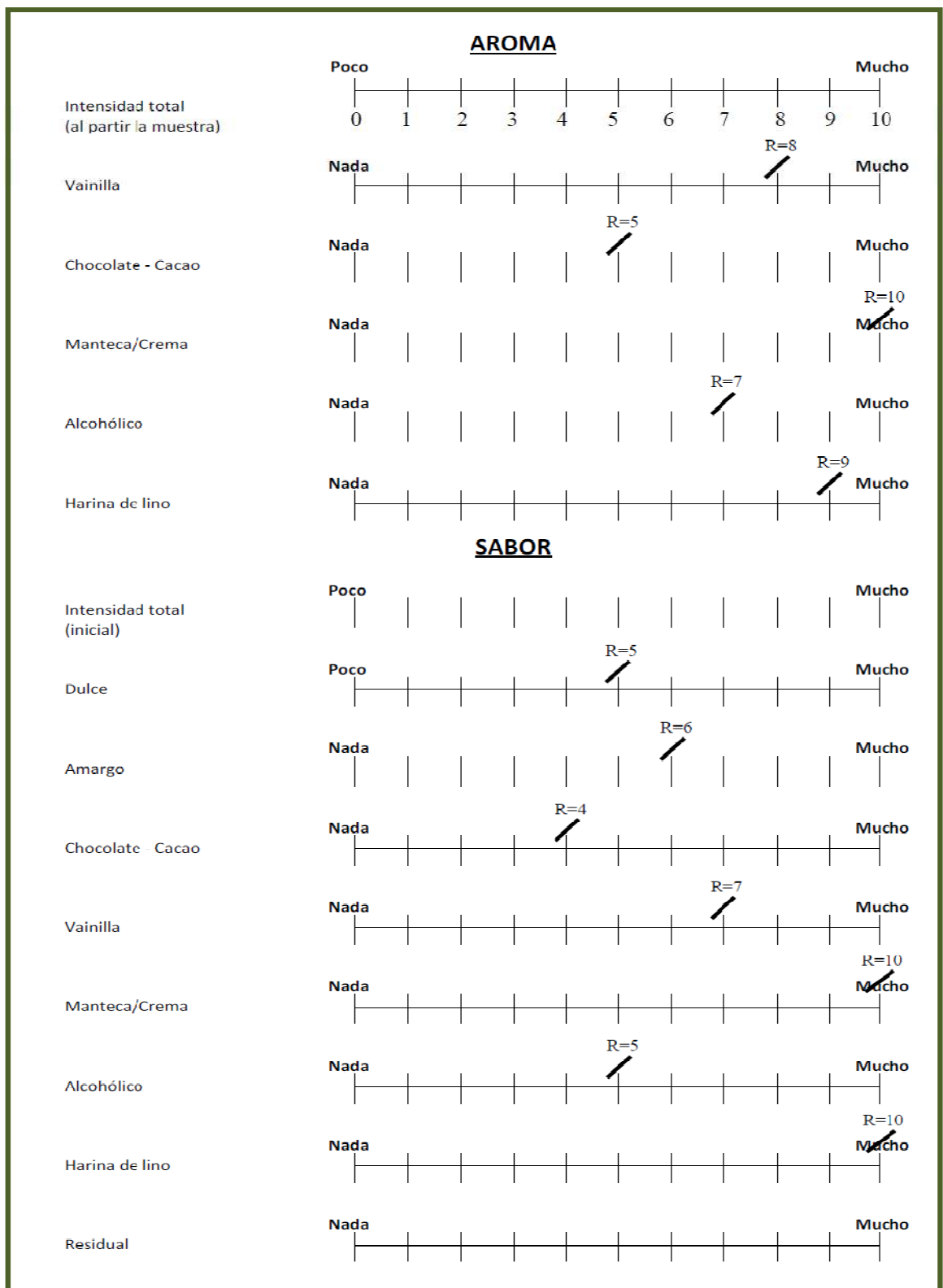


TABLA 51. DESCRIPTORES EVALUADOS, DEFINICIONES Y REFERENCIAS PARA APARIENCIA Y TEXTURA

Atributo	Descriptor	Definición	Referencia	Valor de consenso (escala 0-10)
Apariencia	Intensidad de color marrón (interior)	Intensidad de color marrón percibido en el interior de la muestra	0,5 g de colorante caramelo marca Sirce en 100 ml de agua	10
			2 g de colorante caramelo marca Sirce en 100 ml de leche entera	4
			0,59 g de colorante caramelo marca Sirce en 100 ml de leche entera	1
	Intensidad de color amarillo (interior)	Intensidad de color amarillo percibido en el interior de la muestra	0,02 g de colorante líquido amarillo marca Saporiti	10
	Intensidad de brillo (corteza)	Intensidad de brillo percibido en la superficie exterior de la muestra	-----	-----
Uniformidad de la corteza	Grado en que la superficie de la muestra se torna rugosa e irregular	-----	-----	
Textura	Elasticidad manual	Grado en que la muestra retorna a su forma original luego de sufrir una deformación cuando es presionada con el dedo índice.	-----	-----
	Grasitud manual	Grado en que la muestra impregna con una pátina de grasa el dedo luego que éste es frotado por la superficie interior del budín	-----	-----
	Cohesividad de masa	Intensidad en que la muestra se vuelve a integrar luego de 5 masticaciones.	-----	-----
	Partículas duras y fibrosas	Presencia de partículas percibidas durante el trabajo bucal de la muestra.	Harina de lino tratada térmicamente	10
	Sensación bucal	Sensación de sequedad percibido en la muestra durante el trabajo bucal.	-----	-----

TABLA 52. (CONTINUACIÓN) DESCRIPTORES EVALUADOS, DEFINICIONES Y REFERENCIAS PARA AROMA Y SABOR

Atributo	Descriptor	Definición	Referencia	Valor de consenso (escala 0-10)
Aroma	Intensidad total	Intensidad total de aroma percibida durante la primer aspiración olfativa inmediata al corte de la muestra	-----	-----
	Vainilla	Intensidad de aroma de vainilla percibida durante la primer aspiración olfativa inmediata al corte de la muestra	0.1 g de esencia de vainilla marca Robertet diluida en 150 ml de agua mineral Villa del Sur (evaluada mediante el método retronasal)	8
	Chocolate-cacao	Intensidad de aroma a chocolate-cacao percibida durante la primer aspiración olfativa inmediata al corte de la muestra	0,33 g de esencia de chocolate marca Robertet diluida en 100 ml de agua mineral Villa del Sur (evaluada mediante el método retronasal)	5
	Manteca/Crema	Intensidad de aroma a manteca/crema percibida durante la primer aspiración olfativa inmediata al corte de la muestra	6 g de crema doble marca La Serenísima diluida en 100 ml de leche entera La Serenísima (evaluada mediante el método retronasal)	10
	Alcohólico	Intensidad de aroma alcohólico percibida durante la primer aspiración olfativa inmediata al corte de la muestra	4 g de alcohol etílico marca Porta diluido en 100 ml de agua mineral (evaluada mediante el método retronasal)	7
	Harina de lino	Intensidad de aroma a harina de lino percibida durante la primer aspiración olfativa inmediata al corte de la muestra	Harina de lino tratada térmicamente	9
Sabor	Intensidad total	Intensidad total de aroma percibida durante la primer masticación de la muestra	-----	-----
	Dulce	Intensidad de sabor dulce propio a la sacarosa	Solución al 2.5% de sacarosa calidad comercial en agua mineral	5
	Amargo	Intensidad de sabor amargo	Solución 0.05% de cafeína en agua mineral	6
	Chocolate-cacao	Intensidad de sabor a chocolate	0.1 g de esencia de vainilla marca Robertet diluida en 150 ml de agua mineral (evaluada mediante el método retronasal)	4
	Vainilla	Intensidad de sabor a vainilla	0,33 g de esencia de chocolate marca Robertet diluida en 100 ml de agua mineral (evaluada mediante el método retronasal)	7
	Crema/Manteca	Intensidad de sabor a crema/manteca percibida en la muestra	6 g de crema doble marca La Serenísima diluida en 100 ml de leche entera La Serenísima (evaluada mediante el método retronasal)	10
	Alcohólico	Intensidad de sabor a alcohol percibido en la muestra.	4 g de alcohol etílico marca Porta diluido en 100 ml de agua mineral (evaluada mediante el método retronasal)	5
	Harina de lino	Intensidad de sabor a harina de lino percibida en la muestra.	Harina de lino tratada térmicamente	10
Residual	Intensidad de sabor residual que queda en la boca una vez que la muestra ya ha sido tragada	-----	-----	

Metodología sensorial para consumidores

La prueba se realizó con 30 consumidores adultos entre 19 y 55 años de edad. La prueba tuvo una duración de 20 a 25 minutos, durante los cuales, los consumidores fueron instruidos en la prueba y en la utilización de la planilla para que luego realicen la degustación de las muestras.

Se les presentar las muestras de budines cortadas en rodajas de 1 cm y servidas en bandejas de poliestireno de 10x10x5 cm de color semitransparente, codificadas con números de tres dígitos elegidos al azar con un ordenamiento balanceado y aleatorizado. Los consumidores recibieron las muestras en orden monádico (una por vez).

Los atributos evaluados fueron “Apariencia”, “Consistencia bucal” y “Sabor global” en una escala estructurada de 9 puntos, anclada en los extremos con las leyendas “No me gusta para nada” y “Me gusta mucho” y, en el centro, “Me da igual”; en una escala de 7 puntos de punto ideal, se evaluó el color; y debieron dar un puntaje del 1 al 10 en “Aceptabilidad global”. Al final de la degustación de cada muestra, debieron contestar sobre la aceptación de compra. Una vez finalizada la evaluación de las 5 muestras, se realizó un cuestionario corto relacionado a hábitos de consumo. La planilla empleada para la prueba se muestra en la Figura 23.

FIGURA 23: PLANILLA DE ACEPTABILIDAD EMPLEADO PARA LA PRUEBA CON CONSUMIDORES.

ACEPTABILIDAD DE BUDINES

Nombre:.....
 Edad:.....

Fecha...../...../.....
 Consumidos N°:

Recibirás 5 muestras de budines de sabor chocolate, sabor vainilla y sin sabor. Deberás evaluar en el orden de la planilla: apariencia, intensidad de color, consistencia bucal, sabor global y aceptabilidad global y contestar la pregunta sobre si comprarías la muestra. Una vez que hayas evaluado las 5 muestras no olvides completar las opciones presentes al final de la última página.

MUESTRA N°:

Apariencia (observando el trocito de muestra servido)

No me gusta para nada Me da igual Me gusta mucho

Intensidad de color (de la rodaja)

Muy clarito Ideal Muy oscuro

Consistencia bucal: (teniendo en cuenta las sensaciones durante la masticación)

No me gusta para nada Me da igual Me gusta mucho

Sabor global:

No me gusta para nada Me da igual Me gusta mucho

Aceptabilidad global:

Escribe en el cuadro un número del 1 al 10, de acuerdo a tu parecer

Si esta muestra estuviese disponible en el supermercado ¿la comprarías?

SI NO

Cuestionario presentado al final de la evaluación de la última muestra

Consumo de budines con la siguiente frecuencia

Más de uno por semana

Uno por semana

Uno por mes

Solo para las fiestas de fin de año

El sabor de budín que más me gusta es

Panel entrenado

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un 5 % de nivel de significación empleándose análisis de varianza con dos factores para varias muestras por grupo (como factores evaluador, muestra y la interacción evaluador-muestra, el factor evaluador fue tomado con efecto al azar).

Consumidores

Se realizó un ANOVA de dos factores (muestra y consumidores), siendo las variables los atributos evaluados de: Apariencia, Color ideal, Consistencia bucal, Sabor global y Aceptabilidad global. El nivel de significación elegido fue de $p < 0,05$.

Resultados

Panel entrenado

Un evaluador fue restringido en la evaluación de ciertos descriptores, por no presentar consenso con el resto del panel en sus mediciones.

Todos los descriptores resultaron significativos.

Los promedios y sus mínimas diferencias significativas se presentan en la Tabla 53. En los gráficos 7,8,9,10 y 11 se presentan los promedios obtenidos.

TABLA 53. PROMEDIOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO

Atributos	Descriptores	A	B	C	D	E	MDS
Apariencia	Intensidad de color marrón (interior)	2,1c	1,6c	0,0d	7,7a	6,7b	0,9
	Intensidad de color amarillo (interior)	0,2bc	0,3b	6,0a	0,0c	0,0c	0,3
	Intensidad de brillo	2,2c	1,8c	8,9a	4,6b	4,2b	1,8
	Uniformidad de la corteza	2,8b	0,9c	6,9a	0,9c	3,4b	1,0
Textura	Elasticidad manual	4,9bc	5,2b	7,5a	1,4d	3,7c	1,4
	Grasitud manual	3,3b	3,8b	6,9a	3,7b	1,8c	1,5
	Cohesividad de masa	3,5c	4,5b	6,9a	3,9bc	4,1bc	1,0
	Partículas duras y fibrosas	2,5a	2,4a	0,1c	1,7b	0,1c	0,4
	Sensación bucal	2,3ab	1,7b	0,5c	2,2ab	3,0a	0,9
Aroma	Intensidad total	2,2b	2,6b	6,4a	5,3a	5,7a	1,1
	Vainilla	0,5c	1,5b	2,3a	0,4c	0,8bc	0,8
	Chocolate-cacao	0c	0c	0c	6,1a	5b	0,9
	Manteca/ Crema	1,4a	1,5a	0,3b	0,4b	0,6b	0,4
	Alcohólico	0,2c	0,4c	2,3a	1,5b	1,8ab	0,7
	Harina de lino	3,9a	3b	0d	1,2c	0ab	0,6
Sabor	Intensidad total	4,0c	4,5c	8,2a	7,7ab	6,9b	1,1
	Dulce	2,9a	3,4a	2,7a	0,3b	3,3a	0,8
	Amargo	1,0c	0,7c	4,4b	8,0a	1,4c	2,0
	Chocolate-cacao	0c	0c	0c	5,3a	4,2b	0,8
	Vainilla	0,9bc	2,6a	3,1a	0,2c	1,3b	1,0
	Crema/ Manteca	2,6a	2,2a	0,4c	0,6bc	1,1b	0,6
	Alcohólico	0,4b	0,4b	4,4a	4,4a	3,0a	1,5
	Harina de lino	3,8a	3,8a	0c	2,2b	0c	0,8
	Residual	2,7c	2,8c	7,9a	7,2ab	6,0b	1,4

LSD: mínima diferencia significativa con $p < 0.05$.

Letras distintas significan diferencias significativas ($p < 0.05$).

GRÁFICO 7. PROMEDIOS OBTENIDOS DEL ATRIBUTO APARIENCIA

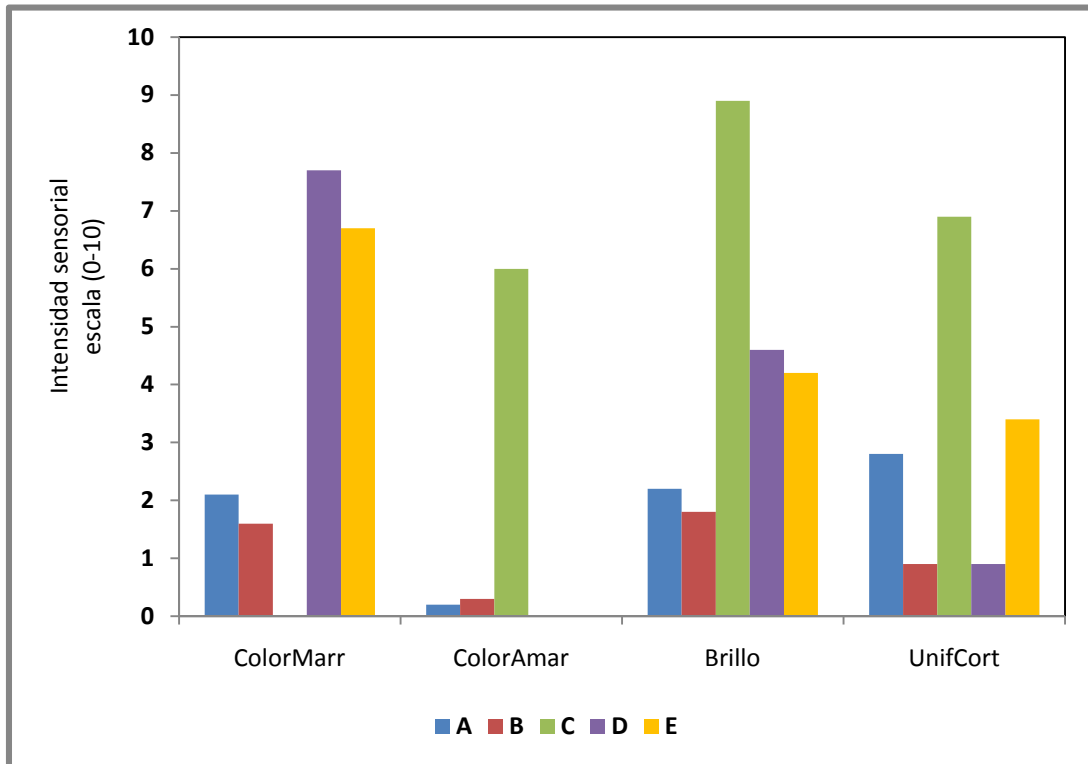


GRÁFICO 8. PROMEDIOS OBTENIDOS DEL ATRIBUTO TEXTURA

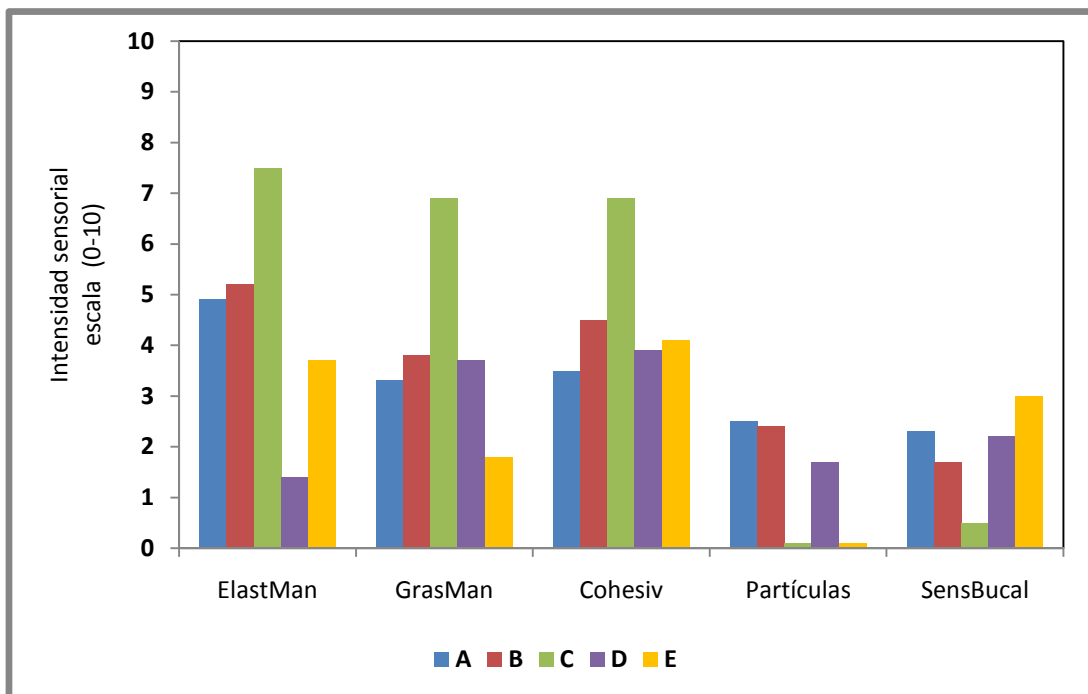


GRÁFICO 9. PROMEDIOS OBTENIDOS DEL ATRIBUTO AROMA.

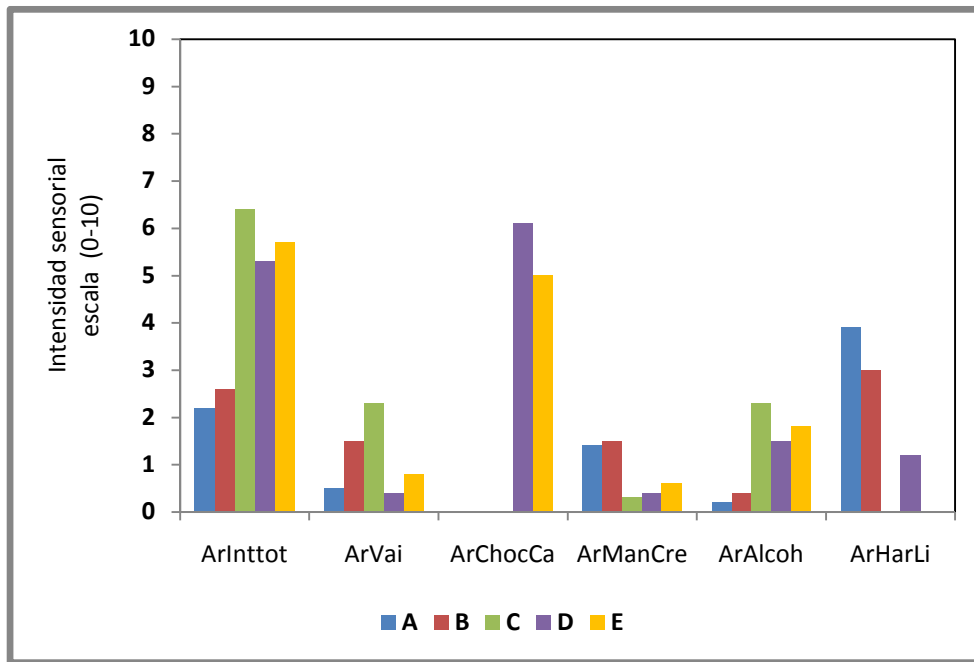


GRÁFICO 10. PROMEDIOS OBTENIDOS DEL ATRIBUTO SABOR.

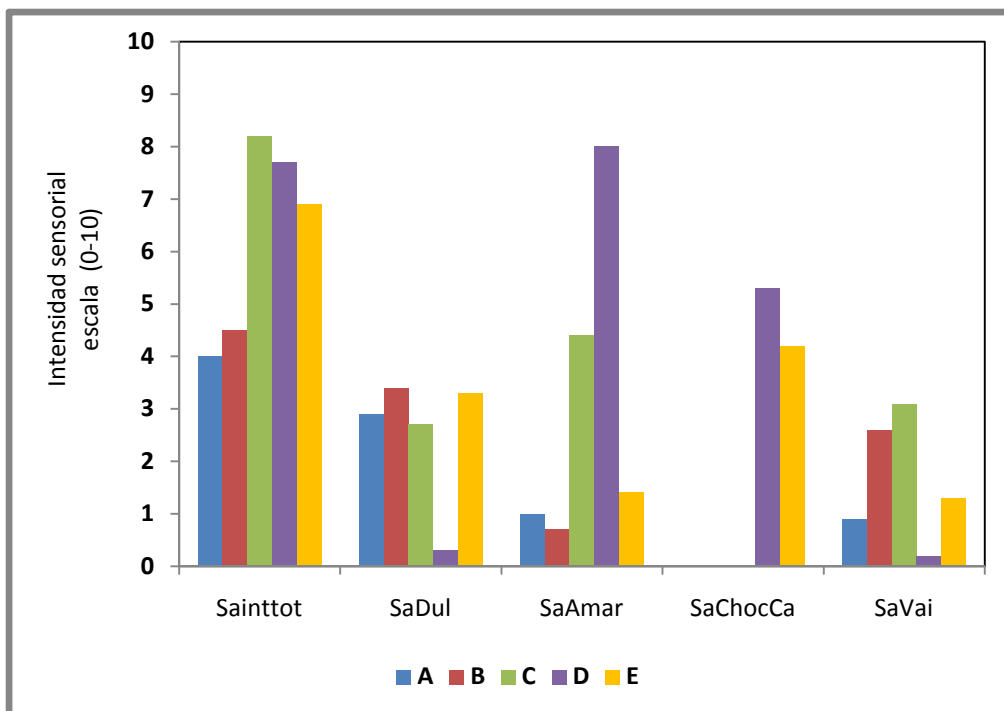


GRÁFICO 11 PROMEDIOS OBTENIDOS DEL ATRIBUTO SABOR (CONTINUACIÓN)

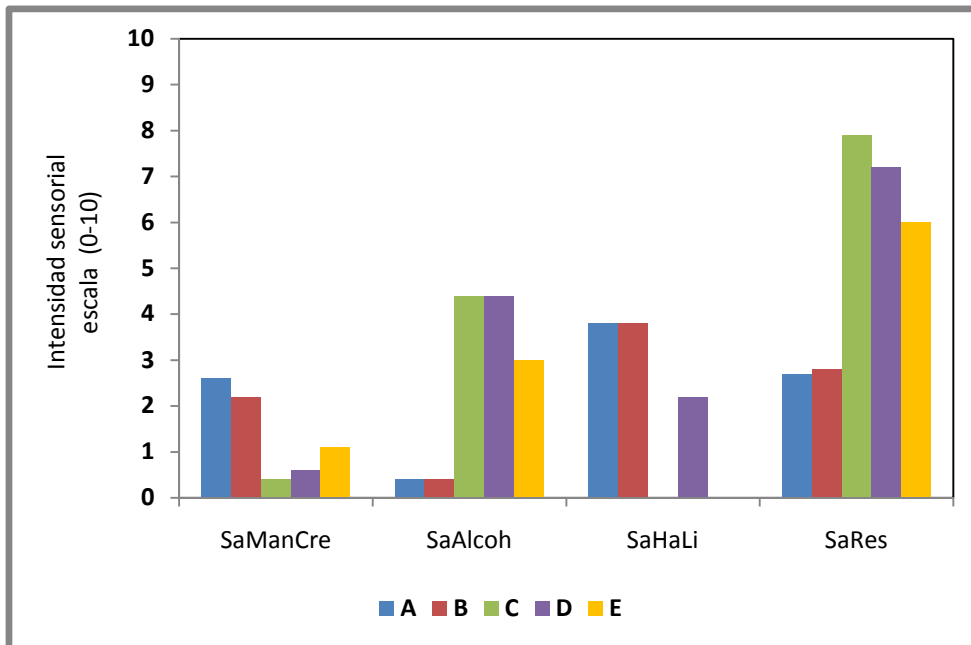
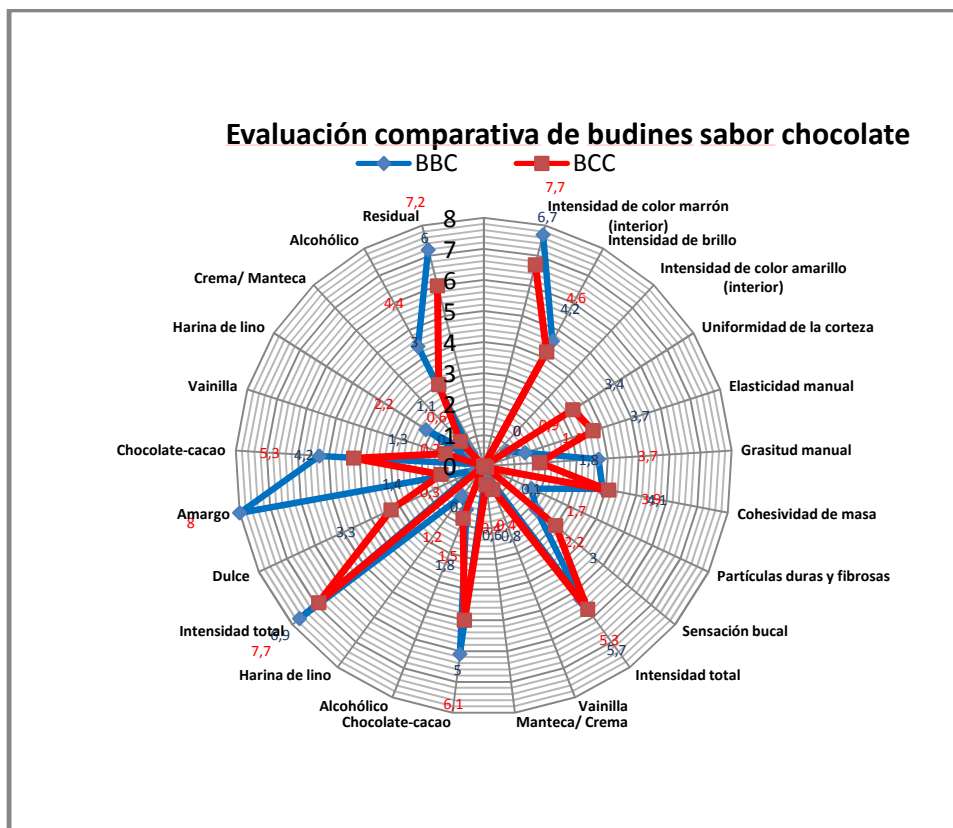
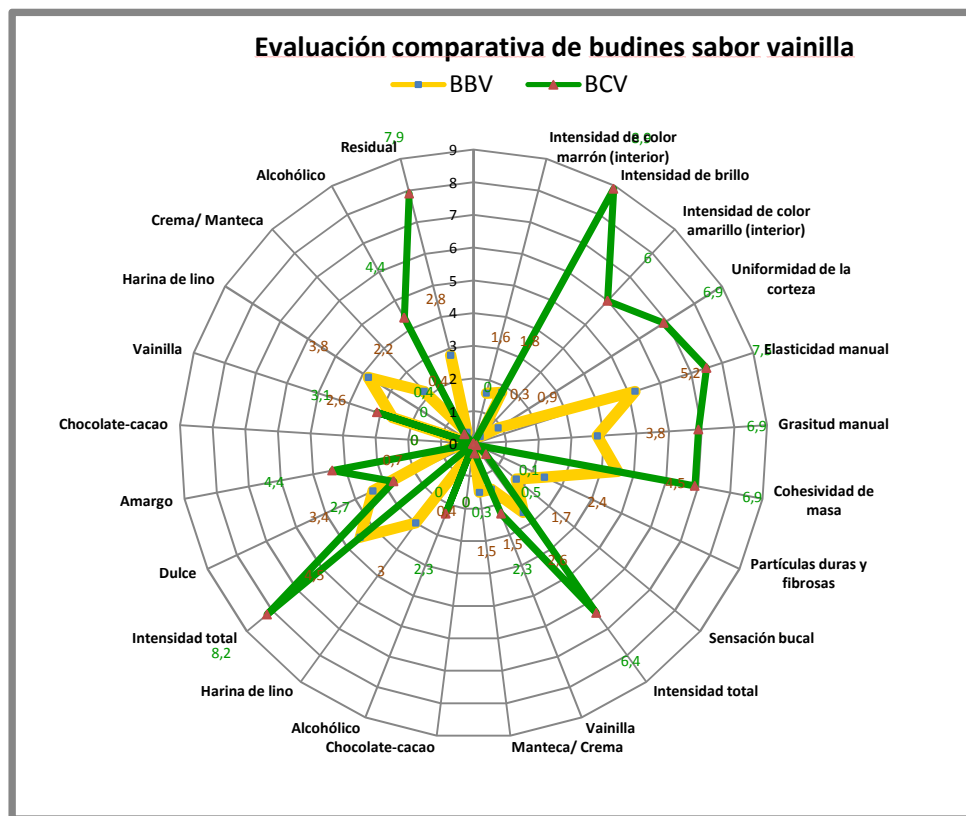


FIGURA 24: GRAFICO COMPARATIVO DE LOS ATRIBUTOS DE APARIENCIA, TEXTURA AROMA Y SABOR ENTRE EL BUDÍN SABOR CHOCOLATE DESARROLLADO Y EL COMERCIAL TOMADO COMO REFERENCIA



BBC: Budín base chocolate
 BCC: Budín comercial chocolate

FIGURA 25: GRAFICO COMPARATIVO DE LOS ATRIBUTOS DE APARIENCIA, TEXTURA AROMA Y SABOR ENTRE EL BUDÍN SABOR VAINILLA DESARROLLADO Y EL COMERCIAL TOMADO COMO REFERENCIA



BBv: Budín base vainilla
 BCv: Budín comercial vainilla

Panel de consumidores

Todos los atributos evaluados presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$). Los resultados son presentados en la Tabla 54.

En el gráfico N° 12 se presentan ilustrados en histogramas los promedios de aceptabilidad. En la Tabla 55 se presentan los promedios de la escala ideal de intensidad de color.

En la Tabla 56 se presentan los porcentajes de aceptación de consumo por muestra evaluada.

En la Tabla 57 se presentan los promedios de aceptabilidad por grupos de frecuencia de consumo.

TABLA 54. PROMEDIOS Y MDS PARA LAS ESCALAS DE ACEPTABILIDAD

Atributos	Muestras					MDS
	A	B	C	D	E	
Apariencia	5,1ab	5,5ac	4,8b	5,8c	4,9b	0,7
Consistencia	5,1a	5,5a	7,6b	5,3a	6,7c	0,8
Sabor global	4,5a	5,5b	7,2c	4,6a	7,5c	0,9
Acep. Global	5,5a	6,1b	7,6c	5,9ab	7,4c	0,6

Letras distintas presentan diferencias significativas con $p < 0,05$.

GRAFICO 12. ACEPTABILIDAD PARA DIFERENTES ATRIBUTOS

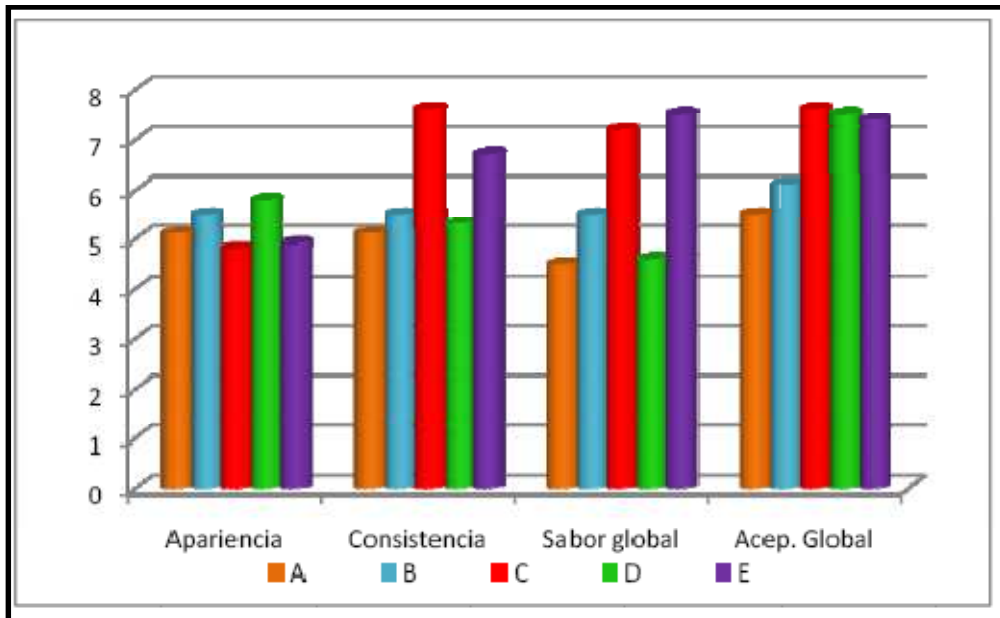


TABLA 55. PROMEDIOS Y MDS PARA LAS ESCALAS DE PUNTO IDEAL DE COLOR

Atributos	Muestras					MDS
	A	B	C	D	E	
Ideal de color	-0,1	0,3	-0,3	0,6	0,2	0,6

Los promedios que más se acercan a 0 son las muestras que más se acercaron al ideal de color.

En el caso de la pregunta de aceptación de compra, se presenta el número de respuestas por muestra.

Se realizó un análisis por agrupamientos de la Aceptabilidad Global para la frecuencia de consumo, analizándose dos grupos: consumidores frecuentes (aquellos consumidores que contestaron que consumían más de un budín por semana y consumidores poco frecuentes, aquellos consumidores que contestaron que consumían un budín por mes y solo en las fiestas de fin de año.

TABLA 56. ACEPTACIÓN DE COMPRA

Consumidores	N° de consumidores	Aceptación de compra (N° de consumidores)				
		A	B	C	D	E
Total	30	10	18	28	13	27

TABLA 57. PROMEDIOS DE ACEPTABILIDAD POR GRUPOS DE FRECUENCIA DE CONSUMO

Consumidores	N° de consumidores	Aceptabilidad global				
		A	B	C	D	E
Total	30	5,5	6,1	7,6	5,9	7,4
Consumidores frecuentes	11	5,7	6,2	7,9	6,5	7,9
Consumidores poco frecuentes	19	5,3	6,1	7,4	5,6	7,1

Discusión

Ensayo realizado con el panel entrenado

- Todos los descriptores evaluados resultaron significativos.
- Las muestras A y B resultaron similares en la mayoría de los descriptores. Se diferencian solamente en la uniformidad de la corteza, la cohesividad de masa, el aroma y el sabor a vainilla, y la intensidad de aroma a harina de lino. Ambas presentaron altas intensidades en partículas fibrosas y duras, sensación bucal de

sequedad, aroma y sabor a manteca-crema, aroma y sabor a harina de lino, y sabor dulce.

- La muestra C se caracteriza por presentar altos valores en color amarillo, brillo y uniformidad de la corteza, en elasticidad y grasitud manuales, cohesividad de masa, intensidad total de aroma y sabor, aroma a vainilla, aroma y sabor alcohólico.
- La muestra D se caracteriza por altas intensidades de color marrón, intensidad total de aroma y sabor, aroma y sabor chocolate-cacao, sabor amargo, aroma y sabor alcohólico, y sabor residual.
- La muestra E se destaca por presentar altas intensidades de uniformidad de la corteza, intensidad total de aroma y sabor, aroma y sabor alcohólico, y sabor residual.
- A partir del compendio de resultados presentados en la tabla 53, para los sabores chocolate y vainilla, se realizó una evaluación comparativa entre los budines desarrollados y sus referentes comerciales (figuras 24 y 25). En los budines sabor chocolate, encontramos en general un comportamiento similar con diferencias dadas por la mayor intensidad de sabor amargo en BBC y menor elasticidad y uniformidad de la corteza. En los budines sabor vainilla, las diferencias fueron significativas para la mayor parte de los descriptores.

Ensayo realizado con consumidores

- Los atributos evaluados mediante el ensayo de aceptabilidad sensorial fueron apariencia, consistencia bucal, sabor, aceptabilidad global e idea de color. En este ensayo, los jueces-consumidores valoraron las cualidades de los budines atendiendo a su propia escala interna, a su universo de experiencias. Por tanto, la aceptación intrínseca del producto es la consecuencia de la reacción como consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del budín, o sea, su propia valoración sensorial.
- Las muestras menos aceptadas en apariencia, considerando para ello una rodaja, fueron las muestras C y E. La presencia de granos partidos de lino es probable que haya tenido un peso positivo en la aceptabilidad por apariencia de las muestras A y B.
- Las muestras más aceptadas en consistencia, sabor y preferencia global resultaron ser las C y E.
- Las muestras más aceptadas para ser compradas fueron las muestras C y E.

- Claramente, se puede observar que los consumidores frecuentes dan puntuaciones más altas en aceptabilidad global que los consumidores poco frecuentes.
- Los resultados de los cinco atributos evaluados en este ensayo, presentados en la Tabla 54, permiten establecer, para un mismo sabor, diferencias significativas entre las muestras de budines elaborados y las muestras comerciales.

Del análisis del perfil descriptivo y de los datos de los consumidores, se deberían contemplar las siguientes mejoras en las muestras A y D:

- Para la muestra A: intensificar el color amarillo, mejorar la uniformidad de la corteza, aumentar la cohesividad de la masa, intensificar el aroma y el sabor a vainilla, y el aroma y sabor Alcohólico.
- Para la muestra D: mejorar la uniformidad de la corteza, aumentar la elasticidad manual, disminuir la intensidad de aroma y sabor a chocolate-cacao, aumentar el sabor dulce, y disminuir el sabor amargo.

Conclusiones

Mediante la realización de correlaciones entre los descriptores significativos obtenidos del QDA versus los datos obtenidos de aceptabilidad por parte de los consumidores, se logró conocer que características sensoriales orientan la preferencia de las muestras y, de este modo, poder trabajar en su reformulación tendiente a obtener un producto que, sin descuidar sus ventajas nutricionales, resulte similar a los tomados como referencia.

Conclusiones

- 1) Se logró diseñar y desarrollar un alimento que contempla el mejoramiento nutricional de la dieta de adultos mayores, teniendo en cuenta las preferencias y limitaciones de dicho grupo etario.
- 2) De acuerdo al relevamiento previo realizado, la propuesta contempló el cálculo de la cantidad de los nutrientes deficitarios que se deberían incorporar para lograr una alimentación equilibrada en ancianos.
- 3) El producto diseñado respondió a las premisas planteadas para incrementar el aporte de proteínas, ácidos grasos esenciales, cuidando la relación $\omega 3/\omega 6$, vitaminas A, D, E y fibra.
- 4) Una porción de 120 g, aportó 24 % de las necesidades de energía, el 25% de los requerimientos proteicos, y AGE (4,5% de las calorías totales) con una adecuada relación $\omega 3/\omega 6$, y de vitaminas liposolubles, para cubrir el 75% de la IR de vitamina A, 100 % de las de vitaminas D y E, aportando 8,9 g de fibra que representa una cobertura entre el 25 y el 50% de las recomendaciones de ingesta, de acuerdo a la referencia tomada.
- 5) La evaluación del impacto biológico en un modelo experimental comprobó la eficiencia lograda para las tres categorías de nutrientes estudiadas (proteínas, vitaminas A, E, D y AGE) poniendo de manifiesto su utilidad para evaluar el efecto beneficioso del consumo de alimentos enriquecidos.
- 6) Como se ha comprobado, una intervención con un producto diseñado con un determinado perfil de ácidos grasos se ve reflejada en la distribución de estos en los tejidos. Teniendo en cuenta que mediante cambios en la composición de ácidos grasos de la dieta se puede regular la formación de eicosanoides mediante la competición existente entre las series n-3 y n-6 por las enzimas desaturasas y carboxilasas resulta promisorio la incorporación, en la formulación, de materias primas aportadoras de los AGPI N-3 (especialmente el EPA y el DHA), a partir de fuentes tales como aceites de pescado o algas marinas, los cuales reducirían los niveles de AA en los lípidos de los tejidos disminuyendo la formación de los eicosanoides proagregantes e inflamatorios derivados del mismo.
- 7) Tanto los descriptores significativos del QDA como los datos de aceptabilidad por parte de los consumidores arrojaron resultados satisfactorios para el producto elaborado.

Estos resultados demuestran las oportunidades que ofrece la nutrición preventiva en el aprovechamiento de los efectos beneficiosos para la salud de los alimentos diseñados, teniendo en cuenta las preferencias y limitaciones de la población anciana, sin descuidar las ventajas nutricionales de productos tradicionales tomados como referencia.

9 . Anexos

9. Anexos

Anexo 1

Contribution of mineral elements to the AIN-93G and AIN-93M diets when the recommended mineral mixes AIN-93G-MX and AIN-93M-MX, respectively, are fed at 35 g/kg of the diet

	Diet	
	AIN-93G	AIN-93M
	mg/kg diet	
Essential mineral element		
Calcium	5000.0	5000.0
Phosphorus ¹	1561.0	1992.0
Potassium	3600.0	3600.0
Sulfur	300.0	300.0
Sodium	1019.0	1019.0
Chloride	1571.0	1571.0
Magnesium	507.0	507.0
Iron	35.0	35.0
Zinc	30.0	30.0
Manganese	10.0	10.0
Copper	6.0	6.0
Iodine	0.2	0.2
Molybdenum	0.15	0.15
Selenium	0.15	0.15
Potentially beneficial mineral element		
Silicon	5.0	5.0
Chromium	1.0	1.0
Fluoride	1.0	1.0
Nickel	0.5	0.5
Boron	0.5	0.5
Lithium	0.1	0.1
Vanadium	0.1	0.1

¹A total of 3000 mg P/kg diet is recommended for each diet. The difference between the contribution of the mix and the recommended dietary amount is made up from the contribution of phosphorus from casein.

Anexo 2

Contribution of vitamins to AIN-93G and AIN-93M diets when the recommended vitamin mix AIN-93-VX is fed at 10 g/kg of the diet

Vitamin	U/kg diet
Nicotinic acid, mg	30
Pantothenate, mg	15
Pyridoxine, mg	6
Thiamin, mg	5
Riboflavin, mg	6
Folic acid, mg	2
Vitamin K, µg	750
D-Biotin, µg	200
Vitamin B-12, µg	25
Vitamin A, IU	4000
Vitamin D ₃ , IU	1000
Vitamin E, IU	75

ANEXO 3

USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 26

Full Report (All Nutrients) 12220, Seeds, flaxseed [a](#) [b](#)

Report Date: February 26, 2014 11:31 EST

Nutrient values and weights are for edible portion

Food Group : Nut and Seed Products

Carbohydrate Factor: 4,07 Fat Factor: 8,37 Protein Factor: 3,47 Nitrogen to Protein Conversion Factor: 5,3

Nutrient	Unit	1 Value Per 100 g	Data points	Std. Error	1.0 tbsp, whole 10,3g	1.0 cup, whole 168g	1.0 tbsp, ground 7g	1.0 tsp, whole 3,4g	1.0 tsp, ground 2,5g
Proximates									
Water 1,2	g	6.96	3	1.636	0.72	11.69	0.49	0.24	0.17
Energy	kcal	534	--	--	55	897	37	18	13
Energy	kJ	2234	--	--	230	3753	156	76	56
Protein 1,2,3	g	18.29	7	0.917	1.88	30.73	1.28	0.62	0.46
Total lipid (fat) 2,3	g	42.16	6	3.188	4.34	70.83	2.95	1.43	1.05
Ash 1,2	g	3.72	3	0.026	0.38	6.25	0.26	0.13	0.09
Carbohydrate, by difference	g	28.88	--	--	2.97	48.52	2.02	0.98	0.72
Fiber, total dietary 1,2	g	27.3	3	0.323	2.8	45.9	1.9	0.9	0.7
Sugars, total	g	1.55	--	--	0.16	2.60	0.11	0.05	0.04
Sucrose 1,2	g	1.15	3	0.310	0.12	1.93	0.08	0.04	0.03
Glucose (dextrose) 1,2	g	0.40	3	0.190	0.04	0.67	0.03	0.01	0.01
Fructose 1,2	g	0.00	3	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lactose 1,2	g	0.00	3	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maltose 1,2	g	0.00	3	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Galactose	g	0.00	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Minerals									
Calcium, Ca 1,2,3	mg	255	7	35.614	26	428	18	9	6
Iron, Fe 1,2,3	mg	5.73	7	0.555	0.59	9.63	0.40	0.19	0.14
Magnesium, Mg 1,2,3	mg	392	7	20.100	40	659	27	13	10
Phosphorus, P 1,2	mg	642	3	20.250	66	1079	45	22	16
Potassium, K 1,2,3	mg	813	7	9.340	84	1366	57	28	20
Sodium, Na 1,2,3	mg	30	7	3.989	3	50	2	1	1
Zinc, Zn 1,2,3	mg	4.34	7	0.118	0.45	7.29	0.30	0.15	0.11
Amino Acids									
Tryptophan 2,3	g	0.297	--	--	0.031	0.499	0.021	0.010	0.007
Threonine 2,3	g	0.766	--	--	0.079	1.287	0.054	0.026	0.019
Isoleucine 2,3	g	0.806	--	--	0.092	1.505	0.063	0.030	0.022
Leucine 2,3	g	1.235	--	--	0.127	2.075	0.086	0.042	0.031
Lysine 2,3	g	0.862	--	--	0.089	1.448	0.060	0.029	0.022
Methionine 2,3	g	0.370	--	--	0.038	0.622	0.026	0.013	0.009
Cystine 2,3	g	0.340	--	--	0.035	0.571	0.024	0.012	0.008
Phenylalanine 2,3	g	0.957	--	--	0.099	1.608	0.067	0.033	0.024
Tyrosine 2,3	g	0.493	--	--	0.051	0.828	0.035	0.017	0.012
Valine 2,3	g	1.072	--	--	0.110	1.801	0.075	0.036	0.027
Arginine 2,3	g	1.925	--	--	0.198	3.234	0.135	0.065	0.048
Histidine 2,3	g	0.472	--	--	0.049	0.793	0.033	0.016	0.012
Alanine 2,3	g	0.925	--	--	0.095	1.554	0.065	0.031	0.023
Aspartic acid 2,3	g	2.046	--	--	0.211	3.437	0.143	0.070	0.051
Glutamic acid 2,3	g	4.039	--	--	0.416	6.786	0.283	0.137	0.101
Glycine 2,3	g	1.248	--	--	0.129	2.097	0.087	0.042	0.031
Proline 2,3	g	0.806	--	--	0.083	1.354	0.056	0.027	0.020
Serine 2,3	g	0.970	--	--	0.100	1.630	0.068	0.033	0.024
Hydroxyproline 2	g	0.175	2	--	0.018	0.294	0.012	0.006	0.004

Full Report (All Nutrients) 16418, Soy flour, low-fat, crude protein basis (N x 6.25)

Report Date: February 26, 2014 11:37 EST

Nutrient values and weights are for edible portion

Food Group : Legumes and Legume Products

Carbohydrate Factor: 4,07 Fat Factor: 8,37 Protein Factor: 3,47 Nitrogen to Protein Conversion Factor: 6,25

Nutrient	Unit	1 Value Per 100 g	Data points	Std. Error	1.0 cup, stirred 88g
Proximates					
Water	g	2.70	1	--	2.38
Energy	kcal	369	--	--	325
Energy	kJ	1546	--	--	1360
Protein	g	50.93	--	--	44.82
Total lipid (fat)	g	6.70	--	--	5.90
Ash	g	6.09	--	--	5.36
Carbohydrate, by difference	g	33.58	--	--	29.55
Fiber, total dietary	g	10.2	--	--	9.0
Sugars, total	g	19.80	--	--	17.42
Minerals					
Calcium, Ca	mg	188	1	--	165
Iron, Fe	mg	5.99	1	--	5.27
Magnesium, Mg	mg	229	1	--	202
Phosphorus, P	mg	593	1	--	522
Potassium, K	mg	2570	1	--	2262
Sodium, Na	mg	18	1	--	16
Zinc, Zn	mg	1.18	1	--	1.04
Copper, Cu	mg	5.080	1	--	4.470
Manganese, Mn	mg	5.080	1	--	2.710
Selenium, Se	µg	9.3	1	--	8.2
Amino Acids					
Tryptophan	g	0.676	--	--	0.595
Threonine	g	2.021	--	--	1.778
Isoleucine	g	2.257	--	--	1.986
Leucine	g	3.789	--	--	3.334
Lysine	g	3.097	--	--	2.725
Methionine	g	0.627	--	--	0.552
Cystine	g	0.750	--	--	0.660
Phenylalanine	g	2.428	--	--	2.137
Tyrosine	g	1.760	--	--	1.549
Valine	g	2.322	--	--	2.043
Arginine	g	3.610	--	--	3.177
Histidine	g	1.255	--	--	1.104
Alanine	g	2.192	--	--	1.929
Aspartic acid	g	5.851	--	--	5.149
Glutamic acid	g	9.013	--	--	7.931
Glycine	g	2.151	--	--	1.893
Proline	g	2.722	--	--	2.395
Serine	g	2.697	--	--	2.373

USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 26

Full Report (All Nutrients) 01173, Egg, white, dried

Report Date: February 26, 2014 11:39 EST

Nutrient values and weights are for edible portion

Food Group : Dairy and Egg Products

Carbohydrate Factor: 3,68 Fat Factor: 9,02 Protein Factor: 4,36 Nitrogen to Protein Conversion Factor: 6,25

Nutrient	Unit	1 Value Per 100 g	Data points	Std. Error	1.0 oz 28g
Proximates					
Water	g	5.80	2	--	1.62
Energy	kcal	382	--	--	107
Energy	kJ	1598	--	--	447
Protein	g	81.10	2	--	22.71
Total lipid (fat)	g	0.00	--	--	0.00
Ash	g	5.30	2	--	1.48
Carbohydrate, by difference	g	7.80	--	--	2.18
Fiber, total dietary	g	0.0	--	--	0.0
Sugars, total	g	5.40	--	--	1.51
Minerals					
Calcium, Ca	mg	62	2	--	17
Iron, Fe	mg	0.15	2	--	0.04
Magnesium, Mg	mg	88	2	--	25
Phosphorus, P	mg	111	2	--	31
Potassium, K	mg	1125	2	--	315
Sodium, Na	mg	1280	2	--	358
Zinc, Zn	mg	0.10	2	--	0.03
Copper, Cu	mg	0.114	2	--	0.032
Manganese, Mn	mg	0.007	2	--	0.002
Selenium, Se	µg	125.1	--	--	35.0
Amino Acids					
Tryptophan	g	0.999	--	--	0.280
Threonine	g	3.685	--	--	1.032
Isoleucine	g	4.581	--	--	1.283
Leucine	g	6.838	--	--	1.915
Lysine	g	5.515	--	--	1.544
Methionine	g	2.790	--	--	0.781
Cystine	g	2.102	--	--	0.589
Phenylalanine	g	4.736	--	--	1.326
Tyrosine	g	3.153	--	--	0.883
Valine	g	5.164	--	--	1.446
Arginine	g	4.412	--	--	1.235
Histidine	g	1.830	--	--	0.512
Alanine	g	4.684	--	--	1.312
Aspartic acid	g	8.253	--	--	2.311
Glutamic acid	g	10.770	--	--	3.016
Glycine	g	2.842	--	--	0.796
Proline	g	3.153	--	--	0.883
Serine	g	5.593	--	--	1.566

Full Report (All Nutrients) 20481, Wheat flour, white, all-purpose, unenriched

Report Date: February 26, 2014 11:35 EST

Nutrient values and weights are for edible portion

Food Group : Cereal Grains and Pasta

Carbohydrate Factor: 4,12 Fat Factor: 8,37 Protein Factor: 4,05 Nitrogen to Protein Conversion Factor: 5,7

Nutrient	Unit	1 Value Per 100 g	Data points	Std. Error	1.0 cup 125g
Proximates					
Water	g	11.92	72	0.184	14.90
Energy	kcal	364	--	--	455
Energy	kJ	1523	--	--	1904
Protein	g	10.33	61	0.131	12.91
Total lipid (fat)	g	0.98	29	0.038	1.22
Ash	g	0.47	61	0.015	0.59
Carbohydrate, by difference	g	76.31	--	--	95.39
Fiber, total dietary	g	2.7	1	--	3.4
Sugars, total	g	0.27	--	--	0.34
Minerals					
Calcium, Ca	mg	15	113	0.370	19
Iron, Fe	mg	1.17	1	--	1.46
Magnesium, Mg	mg	22	129	0.586	28
Phosphorus, P	mg	108	47	2.395	135
Potassium, K	mg	107	94	2.696	134
Sodium, Na	mg	2	82	0.226	2
Zinc, Zn	mg	0.70	136	0.070	0.88
Copper, Cu	mg	0.144	40	0.006	0.180
Manganese, Mn	mg	0.687	48	0.050	0.857
Selenium, Se	µg	33.0	46	3.107	47.4
Amino Acids					
Tryptophan	g	0.127	39	--	0.159
Threonine	g	0.281	67	--	0.351
Isoleucine	g	0.357	68	--	0.446
Leucine	g	0.710	68	--	0.888
Lysine	g	0.228	69	--	0.285
Methionine	g	0.183	67	--	0.229
Cystine	g	0.219	63	--	0.274
Phenylalanine	g	0.520	58	--	0.650
Tyrosine	g	0.312	56	--	0.390
Valine	g	0.415	58	--	0.519
Arginine	g	0.417	51	--	0.521
Histidine	g	0.230	51	--	0.288
Alanine	g	0.332	49	--	0.415
Aspartic acid	g	0.435	49	--	0.544
Glutamic acid	g	3.479	49	--	4.349
Glycine	g	0.371	49	--	0.464
Proline	g	1.198	49	--	1.498
Serine	g	0.516	49	--	0.645

10 . Bibliografía

10. Bibliografía

AADyN. Guías Alimentarias para la Población Argentina, Lineamientos Metodológicos y Criterios Técnicos. 2000. *Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas*. Buenos Aires, Argentina. 118p.

Álvares D Semíramis Martins, Julián Zapico T, José Augusto de Aguiar Carrazedo T. 2008. Adaptación de la escala hedónica facial para medir preferencias alimentarias de alumnos de pre-escolar. *Rev. Chil. Nutr.* vol.35 N°1: 38-42

A.O.A.C. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 17th edition. Washington D.C. US Government Printing Office; 2000

Aranceta J. Dieta en la tercera edad. En: Salas-Salvadó J, Bonada Sanjaume A, Trallero Casañas R, Saló Solá ME, Burgos Peláez R (eds.). 2008. *Nutrición y dietética clínica*. 2ª ed. Barcelona: Elsevier-Masson. 141-52.

Arroyave G, Mejía LA and Aguilar J R. 1981. The effect of vitamin A fortification of sugar on the serum vitamin A levels of preschool Guatemalan children: a longitudinal evaluation. *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 41-49

Asghar Zaidi, 2008. Centro Europeo de Investigación en Política Social. Acceso enero 2013. http://www.euro.centre.org/data/1242392033_86769.pdf

Auxiliares sanitarios para las oposiciones a la Comunidad Autónoma de Las Islas Baleares. Cap 18: Atención al neonato y al lactante. Atención al enfermo geriátrico. Editorial MAD SL Sevilla España. ISBN: 9788466517287. AUTOR/ES: Ed. MAD Fecha de edición: 07/10/2002

Banqué Molas, M. (1993). Déficit nutricionales en la tercera edad. *Geriátrika*, 9: 442-448

Barberger P. Nutrición y neuroprotección. En: Gutiérrez Robledo LM, Picardi Marassa P, Aguilar Navarro S, Ávila Funes JA, Menéndez Jiménez J, Pérez Lizaur AB (eds.). *Gerontología y nutrición del adulto mayor*. México DF. 2010. McGraw-Hill- Interamericana.

Beltrán B, Carbajal A, Cuadrado C y cols. 2001. Nutrición y salud en personas de edad avanzada en Europa. Estudio SENECA's FINALE en España. 2. Estilo de vida. Estado de salud y nutricional. Funcionalidad física y mental. *Rev Esp Geriatr Gerontol*, 36/2: 82-93

Bourre JM and Clement M. 1991. Kinetics of Rat Peripheral Nerve, Forebrain and Cerebellum α -Tocopherol Depletion: Comparison with Different Organs. *J. Nutr.* 121: 1204-7

Boyer P, Portela MLPM, Río ME y Sanahuja JC. 1987. Evaluación del estado nutricional de una población estudiantil. *Medicina* 47: 51-6

Brenna, J.T. 2002. Efficiency of conversion alpha-linolenic acid to long chain n-3 fatty acids in man. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 5: 127-32

Britos S., Boletín CESNI, 1987

Burdge GC. & Calder PC. 2005. Conversion of α -linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reprod. Nutr. Dev.*, 45: 581-597

Calder Philip C. 2006. n-3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases *Am J Clin Nutr.* June 2006 vol. 83 n°. 6 S1505-1519S

Callahan CM, Hendrie HC & Tierney WM. 1995. Documentation and evaluation of cognitive impairment in elderly primary care patients. *Annals of International Medicine* 122: 422-9

Calvani R, Miccheli A, Landi F, Bossola M, Cesari M, Leeuwenburgh C, Sieber CC, Bernabei R and Marzetti E. 2013. Current nutritional recommendations and novel dietary strategies to manage sarcopenia. *J. Frailty Aging* 2: 38-53

Carter J. 1998. *The Virtues of Aging*. Ballantine Publishing group, Library of Contemporary Thought. Ballantine Books; Reissue edition. NY 1998

Chackiel J. 2004. La dinámica demográfica en América Latina. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE). División de Población y desarrollo. Santiago de Chile.

Corujo Rodríguez E, De Guzmán Pérez Hernández D. Cambios más relevantes y peculiaridades de las enfermedades en el anciano. En: Sociedad Española de Geriatria y

Gerontología (SEGG). Tratado de geriatría para residentes. Madrid: IM&C. 43-57. 2007.

Cuesta Triana F. 1999. *Cambios en la función gastrointestinal con el envejecimiento* Nutrición Hospitalaria en el anciano. *Alim Nutri Salud* 6(1):7-18

Dary O and Mora JO. 2002. Food Fortification to Reduce Vitamin A Deficiency: International Vitamin A Consultative Group Recommendations *J. Nutr.* 132: 2927S–33S

Diasorin Corporation, 1994. DiaSorin 25-Hydroxyvitamin D 125I RIA Kit For the quantitative determination of 25-OH-D and other hydroxylated metabolites in serum or plasma. Instruction Manual. Stillwater, (MN) EEUU.

Dupraz H, Rodríguez V, Barahona A, Mónico Pifarré A, Pita Martín de Portela. ML. 2010. Niveles séricos de vitamina C y retinol en sujetos residentes en instituciones para mayores de 65 años, de la ciudad de Lleida (España). *Rev Esp Nutr Comunitaria*; 16:174-80.

Duran R, Valenzuela A. 2010. La experiencia japonesa con los alimentos FOSHU. ¿Los verdaderos alimentos funcionales? *Rev Chil Nutr* 37(2):224–33

Edwards R, Peet M, Shay J, Horrobin D. Omega-3 polyunsaturated fatty acid levels in the diet and in red blood cell membranes of depressed patients. *J Affect Disord* 1998; 48: 149-155

ENNyS. 2007. Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Buenos Aires, Ministerio de Salud. Argentina. Documento de Resultados. 2007: www.msal.gov.ar

FAO/WHO, 1985. Necesidades de energía y de proteína. Informe de una reunión consultiva conjunta FAO/WHO/UNU de expertos. Informe técnico 724 p. 132 OMS. Ginebra 1985

FAO/WHO 1991. Food and Agriculture Organization-World Health Organization (1991) Protein quality evaluation; report of the joint FAO/WHO expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper 51, Rome, Italy

FAO Food and Nutrition Paper 57. Fats and oils in human nutrition. Report of a join expert consultation. Rome, 1994

FAO/OMS Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de una consulta mixta de expertos. Organización mundial de la salud, Ginebra 2003.

FAO. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Human Energy Requirements. Food and Nutrition Technical Report Series. FAO, 2004.

FAO, 2006. Guidelines on food fortification with micronutrients. World Health Organization Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2006

FAO/WHO 2007. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Technical Report Series 935. (2002: Geneva, Switzerland). World Health Organization 2007.

FAO/WHO, 2013. Dietary protein quality evaluation in human nutrition Report of an FAO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition paper 92. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2013

Feart C, Peuchant E, Letenneur L et al. Plasma eicosapentaenoic acid is inversely associated with severity of depressive symptomatology in the elderly: data from the Bordeaux sample of the Three-City Study. *Am J Clin Nutr* 2008; 87:1156–62

Food Safety Network. Food Fortification. 2011 [cited 2011 Oct 30]. Available from: <http://www.uoguelph.ca/foodsafetynetwork/food-fortification>. Acceso 08/01/2014

Food Safety Network. Food Fortification. 2011 [cited 2011 Oct 30]. Available from: <http://www.uoguelph.ca/foodsafetynetwork/food-fortification>. Acceso 08/01/2014

FOSHU <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/02.html>. Acceso 08/01/2014

Freund-Levi Y, Eriksdotter-Johagen M, Cederholm T, Basun H et al. 2006. ω -3 Fatty Acid Treatment in 174 Patients With Mild to Moderate Alzheimer Disease. OmegaAD Study: a randomized, double-blind trial. *Arch Neurol*. 63: 1402-8

Fried *et al.* 2001. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol Med Sci*. Vol. 56A, No. 3, M146–M156

Fujita S, Volpi E. 2006. Amino acids and muscle loss with aging. *JNutr* 136: 277S-80S

Gaffney-Stomberg E, Insogna KL, Rodriguez NR and Kerstetter JE. 2009. Increasing dietary protein requirements in elderly people for optimal muscle and bone health. *J. Am. Geriatr. Soc* 57:1073–9

Goyens PLL, Spiker ME, Zock PL, Katan, MB & Mensink RP. 2006. Conversion of α -linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of α -linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by the ratio. *Am. J. Clin. Nutr.*, 84: 44-35

Guadalix S y Jódar E. 2007. Vitamina D y función muscular *REEMO* Revista Española de Enfermedades Metabólicas Óseas. 16 (2):41-4

Haytowitz DB, Pehrsson PR and Holden JM. 2002. The Identification of Key Foods for Foods Composition Research. *Journal of food Composition and Analysis* 15: 183-94

Heude Barbara, Pierre Ducimetière, and Claudine Berr. 2003. Cognitive decline and fatty acid composition of erythrocyte membranes—The EVA Study. *Am J Clin Nutr*; 77:803–8

Holman RT. 1988. George O. Burr and the Discovery of Essential Fatty Acids. *J Nutr* 118: 535-40

Houston DK, Nicklas BJ, Ding J et al. 2008. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) study. *American Journal of Clinical Nutrition* 87 (1): 150–5

Frases célebres. <http://www.frasesde.org/frases-de-edad.php> - Acceso 13/12/2013

Huenchuan S y Rodríguez-Piñero L. 2010. Envejecimiento y derechos humanos: situación y perspectivas de protección. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Naciones Unidas, Santiago de Chile.

IOM/NAS. Dietary references intakes for energy, carbohydrates, fiber, fat, protein and amino acids. Food and Nutrition board. Institute of Medicine of the National Academies, September 187

2002

IRAM 5650-Parte II. 1982. Aceites y grasas animales y vegetales. Método rápido de preparación de ésteres metílicos de ácidos grasos, para su utilización en cromatografía gaseosa

IRAM Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de los evaluadores. Parte 1: Evaluadores seleccionados. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. 1996

ISO N° 8586. Sensory analysis - General guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 1: Selected assessors. Standard (1st ed) - International Organization for Standardization. 1993

Janssen HC y cols. 2002. Vitamin D deficiency, muscle function, and falls in elderly people. *Am J Clin Nutr* 75: 611-5.

Kinsella Kevin and Wan He. 2009. U.S. Census Bureau, International Population Reports, P95/09-1, An Aging World: 2008, U.S. Government Printing Office, Washington, DC

Labriola, Sergio; Schaller, Aníbal; Guarini, Eduardo. Informe estadístico de leche y productos lácteos 1996: producción - elaboración - consumo - exportación – importación. Buenos Aires: SAGPyA, 1997.

Kritchevsky D. 1989. Dietary fiber: Different types, different effects. *Healthline* 8(5):9-10

Lawless Harry T, Hildegarde Heymann. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Second Edition. Springer Science & Business Media. 596 p. New York Springer 2010

Lehr U. 1983. Objective and subjective health in longitudinal perspective. *Aging* 23: 291-8.

Lepage G and Roy Claude C. 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *Journal of Lipid Research* 27: 114 – 20)

Lester GE, Vander Wiel CJ, Gray TK, Talmage RV. 1982. Vitamin D deficiency in rats with normal serum calcium concentrations. *Proc. Natl Acad. Sci. EEUU.* 79

- Lewis JM, Bodansky O, Falk K G and. McGuire G. 1942. Vitamin A requirements in the rat: the relation of vitamin A in the blood plasma, liver and retina. *J Nutr* 23: 351
- Li D, Sinclair A, Wilson A, Nakkote S, Kelly F, Abedin L. & Watson, A. 1999. Effect of dietary alpha-linolenic acid on thrombotic risk factors in vegetarian men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 69: 872-82.
- Liu S, Manson JE, Stampfer MJ, Hu FB, Giovannucci E, Colditz GA et al. A prospective study of whole-grain intake and risk of type 2 diabetes mellitus in US women. *Am J Public Health* 2000; 90(9): 1409-15.
- Liyanage C and Hettiarachchi M. 2011. "Food fortification". *Ceylon Medical Journal* 56 (3): 124–7.
- Macfie and D. M. H. Thomson. Measurement of food preferences. Edited by H. J. H. Macfie and D. M. H. Thomson, Chapman and Hall, London, 1994.
- Martins S, Jongen W, van Boekel M. 2001. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modeling. *Trends in Food Science & Technology* 11 (2001)364–373
- Mastaglia S y Mautalen C, 2014. Sarcopenia: enfoque clínico. *Actual. Osteol*; 10(2): 136-51.
- Miller DS and Bender AE. 1955. The Determination of the Net Utilization of Proteins by a Shortened Method. *British Journal of Nutrition*. 9 (4): 382-8
- Mioche L, Bourdiol P, Peyron MA. 2004. Influence of age on mastication: effects on eating behaviour. *Nutrition. Research Reviews* 17(1):43-54.
- Moore, SA, Hurt, E, Yoder, E, Sprecher, H. & Spector AA. 1995. Docosaehaenoic acid synthesis in human skin fibroblasts involves peroxisomal retroconversion of tetracosahexaenoic acid. *J. Lipid Res.*, 36: 2433-2443.
- Mora José O, Omar Dary, Doris Chinchilla y Guillermo Arroyave. 2000. Fortificación del

azúcar con vitamina A en Centro América. Experiencia y lecciones aprendidas. MOST, The USAID Micronutrient Program. Agosto, 2000. 1820 N. Fort Myer Drive, Suite 600 Arlington, VA 22209 USA

Moreiras O, Beltrán B y Cuadrado C. 2001. Guías dietéticas en la vejez. En: SENC. Guías alimentarias para la población española. Madrid: SENC-IM&C

Moreiras O, Carbajal A, Perea I, Varela-Moreiras y Ruiz-Roso B. 1993. Nutrición y salud de las personas de edad avanzada en Europa: Euronut-SÉNECA. Estudio en España. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 8:197-242.

Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, Bhasin S, Cella, D, Deutz NE, Doehner W, Fearon KC, Ferrucci L, Hellerstein MK *et al.* 2010. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 11: 391–6.

Muñoz Hornillos M, Aranceta Bartrina J, Guijarro García JL (eds.). Libro blanco de la alimentación de los mayores. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2005.

Naciones Unidas. 2002. Segunda Asamblea Mundial sobre el envejecimiento. Madrid, 8 a 12 de abril de 2002. Acceso 06/02/2013.

<http://www.un.org/spanish/envejecimiento/newpresskit/hechos.pdf>

Naciones Unidas, 2007. Previsiones demográficas mundiales. Revisión de 2006. Naciones Unidas. Nueva York 2007. Acceso 04 de febrero de 2014.

<http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2006/Spanish.pdf>

NAS, 1997. Dietary References Intakes (DRI) for Calcium, Phosphorus, Magnesium, vitamin D and Fluoride. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary References Intakes, Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1997; 432 p

NAS, 2000. Dietary References Intakes (DRI) for Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids. A Report of the Panel on Dietary Antioxidants and related compounds. Standing

Committee on the Scientific Evaluation of Dietary References Intakes, Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington, D.C, 2000

NAS, 2001. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary References Intakes, Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 2001

NAS, 2010. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. A. Catharine Ross, Christine L. Taylor, Ann L. Yaktine and Heather B. Del Valle, Editors; Committee to Review. Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 2010

Nestlé - Food and Nutrition Communication - January 2007. Good Food, Good Life This periodic bulletin on nutrition and health topics is written and edited by the Corporate Wellness Unit. http://www.research.nestle.com/resources/downloads/Documents/FN_Ageing.pdf
Acceso 25/3/2014

Nowson C, 2007. Nutritional challenges for the elderly. *Nutrition and Dietetics*, vol. 64, suppl. 4, pp. S150-S155

Olmedilla B, Granado F, Blanco I, Herrero C. 2003. Luteína y zeaxantina en suero de sujetos control y pacientes con catarata senil: relación con la función visual y efecto de la suplementación con luteína. *Química Clínica* 22 (2): 48-54

Oyewole O I, Adanlawo I. G. and Arise R. O. 2013. Serum and tissue lipid profile in wistar rats administered leaf extract of *Ficus exasperata*. *Annals of Biological Research*, 4 (2):288-91

Pacín A, Martínez E, Pita Martín de Portela ML y Neira MS. 1999. Consumo de alimentos e ingesta de algunos nutrientes en la población de la Universidad Nacional de Luján, Argentina. *Arch Latinoamer Nutr* 49 (1): 31-9

Pasatiempo AM, Bowman TA, Taylor CE, and Ross AC. 1989. Vitamin A depletion and repletion: effects on antibody response to the capsular polysaccharide of *Streptococcus*

pneumoniae, type III. *Am J Clin Nutr*; 49:501- 10

Pawlosky RJ, Hibbein JR, Novotny JA & Salem Jr, N. 2001. Physiological compartmental analysis of α -linolenic acid metabolism in adult humans. *J. Lipid Res.*, 42: 1257-1265

Pellett Peter L and Young Vernon R. 1980. Nutritional evaluation of proteins foods. The United Nations University

Pietinen P, Rimm EB, Korhonen P, Hartman AM, Willett WC, Albanes D et al. 1996. Intake of dietary fiber and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men. The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *Circulation*; 94(11): 2720-7.

Plantalech Luisa. 2005. Mapa de hipovitaminosis D en Argentina. *Actualizaciones en Osteología*, 1 (Nº inaugural): 11-5

Podrabsky M. Nutrición y envejecimiento En: Mahan KL, Arlin MT Krause Nutrición y dietoterapia 8ª. México D.F. Interamericana Mc. Graw-Hill. 247-62. 1995.

Portela MLPM. 1993. Contenido vitamínico de los alimentos y su relación con el estado nutricional en la Argentina. *Revista Diaeta* (Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas-Dietistas) 63: 9-18

Portela, María Luz Pita Martín de. Energía y macronutrients en la nutrición del siglo XXI. La prensa médica Argentina. 2006

Qi Sun, Jing Ma, Hannia Campos, Susan E Hankinson, and Frank B Hu, 2007. Comparison between plasma and erythrocyte fatty acid content as biomarkers of fatty acid intake in US women. *Am J Clin Nutr* 2007;86:74–81.

Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr* 1993; 123:1939-1951

Regazzoni C. 2011. La Argentina y el envejecimiento poblacional. Connotaciones estratégicas para la educación, la economía y el desarrollo. CAEI. Acceso 13/12/2013

http://www.caei.com.ar/sites/default/files/02_0.pdf

Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Human Energy Requirements. Food and Nutrition Technical Report Series. FAO, 2004

Ribonetto C, Rovirosa A, Portela ML y Río ME. 1989. Encuesta alimentaria en representantes argentinos. "Juegos olímpicos, Seúl '88". *C Folios de Medicina del Deporte*. 36-37: 1

Rimm EB, Ascherio A, Giovannucci E, Spiegelman D, Stampfer MJ, Willett WC. 1996. Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *JAMA*; 275(6): 447-51

Rovirosa A, Dupraz H, de Portela M L y Río ME. 1993. Ingesta de nutrientes en una población estudiantil masculina de la Universidad de Buenos Aires. *Revista Farmacéutica*, 133 (2): 53-61

Ruiz-López MD, Artacho Martín-Lagos, López Martínez M.C. 2000. Recomendaciones nutricionales para los ancianos. *Ars Pharmaceutica* 41 (1): 101-13

S. del Pozo, C. Cuadrado y O. Moreiras. 2003. Cambios con la edad en la ingesta dietética de personas de edad avanzada. Estudio Euronut-SENECA. *Nutr. Hosp* 38 (6) 348-52

Salmeron J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC. 1997. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA*; 277(6): 472-477

Samman N y Lamas R. 2003. Metodología para la identificación de Alimentos Prioritarios. Taller ARGENFOODS. Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Noviembre, Buenos Aires

Sanahuja JC, Río ME, Portela MLPM, Slobodianik NH, Ronayne de Ferrer P, Friedman SM y Zago L. 1985. Estado nutricional con respecto a Vitamina A en una población universitaria. *Medicina* 45: 525-8.

Sánchez Palacios C, María Victoria Trianes Torres, María José Blanca Mena. 2009. Estereotipos negativos hacia la vejez y su relación con variables sociodemográficas en

personas mayores de 65 años. *Revista española de geriatría y gerontología: Organo oficial de la Sociedad Española de Geriatría y Gerontología*. Vol. 44, Nº. 3, 2009, págs. 124-9

Schaafsma G. 2000. The protein digestibility-corrected amino acid score. *J Nutr*.130 (7):1865S-7S

Schneider MJ. Public health and the aging population. In: Schneider MJ, ed. Introduction to the public health 2a ed. Ontario: Jones and Bartlett Publishers 489-512. 2006.

Secombe K and Ishii Kuntz M. 1991. Perceptions of problems associated with aging: Comparisons among four older age cohorts. *The Gerontologist*, 31 (4): 527-33

Seijo M, Mastaglia S, Brito G, Somoza J, Oliveri B. 2012. ¿Es equivalente la suplementación diaria con vitamina D₂ o vitamina D₃ en adultos mayores? *Medicina (Buenos Aires)* 72: 195-200.

Serra Rexach JA. 2006. Consecuencias clínicas de la sarcopenia. *Nutr Hosp* 21 (Supl 3):46-50

Silva C, Feliu MS, Slobodianik N. 2011. Ingesta de zinc, hierro, vitaminas A y C y niveles de inmunoglobulina A en saliva, en un grupo de adultos mayores. *Actualización En Nutrición* 12 - Nº 3: 202-4

Silva C, Slobodianik NH y. Feliú MS. 2012. Ingesta de macro y micronutrientes en un grupo de adultos mayores residentes en la ciudad de Buenos Aires. *Actualización En Nutrición* 13 - Nº 2: 128-34

Simopoulos Arternis P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr* 54: 438-63.

Smith RS. 1991. The macrophage theory of depression. *Med Hypotheses*; 35: 298-306

Sprecher H. 2002. The roles of anabolic and catabolic reactions in the synthesis and recycling of polyunsaturated fatty acids. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids*, 67: 79-81

- Steen B. 2000. Preventive nutrition in old age - a review. *J Nutr Health Aging* 4:114-9
- Stone & Sidel, 2004. Sensory Evaluation Practices, 3rd Edition. Elsevier Academic Press
- Strawford A, Antelo F, Christiansen M. & Hellerstein MK. 2004. Adipose tissue triglyceride turn over, de novo lipogenesis, and cell proliferation in humans measured with 2H2O. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 286: E577-E588
- Tapia Alexis S, Masson Lilia S. 2008. Niveles de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 en membranas de eritrocitos de mujeres con depresión. *Rev Chil Nutr* 35, N°4: 406-12
- Thomas LH, Olpin SO, Scott RG. & Wilkins MP. 1987. Coronary heart disease and the composition of adipose tissue taken at biopsy. *Human Nut Food Sci Nut.* 41F: 167-172
- Tiemeier H, Ruud van Tuijl H, Hofman A, Kiliaan AJ, and Breteler MMB. 2003. Plasma fatty acid composition and depression are associated in the elderly: the Rotterdam Study. *Am J Clin Nutr* 78:40-6
- Tucker Katherine L and Supawan Buranapin. 2001. Nutrition and Aging in Developing Countries. *J Nutr* 131: 2417S-23S
- USDA U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2013. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 26. Nutrient Data Laboratory Home Page. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2011. World Population Prospects: The 2012 Revision. <http://populationpyramid.net/>
- Vellas B, Guigoz Y, Garry PhJ, Fati Nourhashemi, Bennahum D, Lauque S and Albaredo JL. 1999. The Mini Nutritional Assessment (MNA) and its use in grading the nutritional state of elderly patients. *Nutrition* 15, No. 2, 116-22.
- Vellas BJ, Hunt WC, Romero LJ, Koehler KM, Baumgartner RN and Garry PJ. 1997. Changes in nutritional status and patterns of morbidity among free-living elderly persons: a ten-year longitudinal study. *Nutrition* 13: 515-19.

Vemuri M. & Kelley DS. 2008. The effects of dietary fatty acids on lipid metabolism. In Chow, C.K., ed. *Fatty Acids in Foods and their Health Implications*, pp. 591-630. CRC Press, London, UK

Virkkunen ME, Horrobin DF, Jenkins DK, Manku MS. 1987. Plasma phospholipid essential fatty acids and prostaglandins in alcoholic, habitually violent, and impulsive offenders. *Biol Psychiatry* 22(9):1087-96

Vukovich MD, Stubbs NB, Bohiken RM. 2001. Body composition in 70-year old adults responds to dietary β -hydroxy- β -methylbutyrate similarly to that of young adults. *J Nutr* 131: 2049-52

Winer BJ, Brown DR and Michels KM. 1991. *Statistical principles in experimental design*, 3d edition. McGraw-Hill, New York

Wolk A, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Hu FB, Speizer FE et al. 1999. Long-term intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women. *JAMA*; 281(21): 1998-2004

Zepellin H, Sills RA and Heath MW. 1986. Is age becoming irrelevant? An exploratory study of perceived age norms. *International Journal of Aging and Human Development*, 24 (4): 241-56

11 . Resumen

11. Resumen

DISEÑO, FORMULACION Y EVALUACION DE ALIMENTOS QUE CUBRAN LAS NECESIDADES DE VITAMINAS A, D, E y ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES DE INDIVIDUOS DE TERCERA EDAD

El presente trabajo se focaliza en las oportunidades que ofrece la nutrición preventiva en el aprovechamiento de los potenciales efectos beneficiosos de los alimentos para la salud en los individuos de mayor edad, representando gran importancia a nivel de Salud Pública.

El crecimiento mundial de la población de tercera edad requiere el diseño de alimentos que tenga en cuenta las necesidades específicas de los nutrientes cuya deficiencia es prevalente, que incide en la calidad de vida y en los gastos de los sistemas de salud.

Desde el **punto de vista tecnológico** se deberán aunar las propiedades funcionales con las características físico-químicas (textura, fluidez) y organolépticas (sabor, aroma), que hagan adecuado y agradable el consumo de dichos productos, así como que sean de sencilla preparación.

El diseño de productos, como el propuesto en este trabajo, constituye una estrategia mediante la cual la formulación de alimentos de uso habitual permitirá mantener el placer de comer y mejorar la satisfacción que se experimenta con la comida en personas que tienen dificultades para alimentarse. De esa manera se podrá disminuir el riesgo subyacente de malnutrición.

Objetivos: a) Realizar el diseño de alimentos que contemplen el mejoramiento nutricional de la dieta de la población anciana, de acuerdo al relevamiento realizado de deficiencias prevalentes; b) Formular un alimento que contemple el incremento del contenido de proteínas, vitaminas liposolubles, ácidos grasos esenciales, cuidando la relación $\omega 6/\omega 3$, y fibra, teniendo en cuenta la densidad de dichos nutrientes para cubrir también las necesidades de energía. c) Calcular la cantidad de los nutrientes deficitarios que se deben incorporar para lograr una alimentación equilibrada en ancianos. d) Desarrollar preparaciones en base a las necesidades específicas de ancianos, teniendo en cuenta que las mismas deberán ser de calidad igual o superior a la de los productos similares para consumidores normales. e) Disponer de un modelo experimental que permita evaluar el impacto biológico de las formulaciones propuestas. f) Ajustar el aroma y sabor para intensificar las propiedades de los alimentos, con el propósito de

mejorar la palatabilidad y aceptación de los mismos. g) Evaluar la textura de los alimentos desarrollados en relación a la capacidad de masticación y deglución, así como la aceptabilidad sensorial de consumidores habituales de este tipo de producto.

Materiales y métodos: Se formuló un alimento utilizando harinas de lino y de soja, semi-desengrasadas, harina de trigo, aceites de maíz y de oliva, manteca, huevo, azúcar y un premix de vitaminas A, D y E especialmente formulado. Se calculó la cantidad de los nutrientes deficitarios que se deberían incorporar para proporcionar, en una porción de 120 g aproximadamente el 25 % de las necesidades de energía, incrementando el aporte de proteínas y AGE, con una adecuada relación ω 3: ω 6, y de vitaminas A, D y E, teniendo en cuenta la densidad de dichos nutrientes.

Se elaboró un budín en una panadería experimental, cuidando las condiciones del proceso. Se determinó: composición centesimal (según AOAC), ácidos grasos (por CG), vitaminas A y E (por HPLC). Evaluación biológica en ratas de: la calidad proteica (UPN, NPR, RNPR y digestibilidad), impacto sobre la distribución de ácidos grasos en diferentes tejidos, ensayos de depleción-repleción de las vitaminas incorporadas, determinando los incrementos de los valores plasmáticos de las vitaminas A y E (HPLC) y de 25-OH D (RIA), ensayos sensoriales, mediante Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) y aceptabilidad por parte de los consumidores.

Resultados: una porción de 120 g del alimento formulado aporta 24 % de los requerimientos energéticos. El aporte de proteínas (15 g/porción diaria) teniendo en cuenta el valor de UPN de 81% representó el 25% de los requerimientos proteicos del grupo para el cual se ha formulado y aporta 8,9 g de fibra, que representa una cobertura entre el 25 y el 50% de las recomendaciones de ingesta, de acuerdo a la referencia tomada.

El aporte de vitaminas representó 75% de la IR de vitamina A y 100 % y de vitaminas D y E. El modelo experimental comprobó la eficiencia biológica de la fortificación con las 3 vitaminas.

El aporte de PUFA fue de 9,4 g (4,5% de las calorías totales, relación ω 3/ ω 6 de 1/7). Los ácidos grasos polinsaturados aumentaron significativamente en plasma y tejido graso en el grupo que recibió el alimento diseñado, poniendo de manifiesto el efecto beneficioso del consumo de alimentos enriquecidos con ácidos grasos polinsaturados para prevenir alteraciones del metabolismo lipídico y sus consecuencias sobre las enfermedades crónicas.

Como se ha demostrado, la intervención con un producto diseñado siguiendo un determinado perfil de ácidos grasos se ve reflejada en la distribución de éstos en los tejidos.

Tanto los descriptores significativos del QDA como los datos de aceptabilidad por parte de los consumidores arrojaron resultados satisfactorios para el producto elaborado.

Conclusiones:

El producto diseñado respondió a las premisas planteadas para cubrir los objetivos planteados. Se logró un alimento que incrementó el aporte de proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas A, D y E, estableciendo la eficacia de la formulación mediante una evaluación en modelos biológicos.

Los resultados presentados evidencian que, mediante cambios en la composición de ácidos grasos de la dieta, se puede modificar la distribución de ácidos grasos en diferentes tejidos. Esto incidirá en la formación de eicosanoides mediante la competición existente entre las series n-3 y n-6 por las enzimas desaturasas y carboxilasas. Por lo tanto resultara promisoría la incorporación, en la formulación, de materias primas aportadoras de los AGPI n-3 (especialmente el EPA y el DHA), tales como aceites de pescado o algas marinas, los cuales reducirían los niveles de AA en los lípidos de los tejidos disminuyendo la formación de los eicosanoides proagregantes e inflamatorios derivados del mismo.

12. Difusión parcial de resultados

12. Difusión parcial de los resultados presentados en esta tesis con autorización del director de tesis.

PUBLICACIONES

- Pellegrino Néstor, Giacomino María Silvia, Curia Ana, Ferreira Verónica, Apro Nicolás, Pita Martín de Portela María Luz
DISEÑO, ELABORACIÓN Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE UN ALIMENTO PARA TERCERA EDAD
Rev. Esp. Nutr. Comunitaria 2013; 19 (1):29-36

- Néstor Pellegrino, María Silvia Giacomino, Hernán Dupraz, Viviana Rodríguez, Verónica Ferreira, Nicolás Apro, Susana Normí Zeni, María Luz Pita Martín de Portela.
FORMULACION Y DISEÑO DE ALIMENTOS PARA TERCERA EDAD
Actualización en nutrición VOL 13 – Nº 1: 21-28 (2012)

PRESENTACIONES EN CONGRESOS

- V Congreso de Ciencia y Tecnología de los alimentos 2014
Estudio de lípidos plasmáticos y perfil de ácidos grasos en modelo experimental de ratas alimentadas con budines formulados para la tercera edad
Pellegrino NR, Giacomino MS, Portela ML
Córdoba, 17 – 19 de Noviembre de 2014

- IV Congreso de Alimentos siglo XXI
XXXVII Reunión anual del capítulo Argentino de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (CASLAN)
Efecto de la composición de los lípidos de budines formulados para la tercera edad sobre el perfil de ácidos grasos séricos: estudio experimental en ratas
Pellegrino Néstor Raúl, Giacomino María Silvia, Portela María Luz
Catamarca, 6 – 8 de Noviembre de 2014

- IV Congreso Internacional Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Perfil sensorial y aceptabilidad de un alimento formulado para tercera edad.

Pellegrino N, Giacomino MS, Fournier M, Curia A, Pita Martín de Portela ML, Ferreira V

Córdoba, 14 – 16 de Noviembre de 2012

- XXXV Reunión Anual del Cap. Argentino de la Soc. Latinoamericana de Nutrición- CASLAN.

Evaluación sensorial de budines formulados para cubrir deficiencias de vitaminas y AGE en adultos mayores

Pellegrino N, Giacomino MS, Fournier M, Curia A, Pita Martín de Portela ML, Ferreira V

Lujan, Buenos Aires 29 y 30 de Septiembre de 2012.

- JORNADA CIENTÍFICA CORRESPONDIENTE AL 156 EJERCICIO ANUAL. ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

Formulación y diseño de alimentos para tercera edad

Pellegrino N, Giacomino MS, Rodríguez V, Ferreyra V, Apro N, Dupraz H, Zeni S y Pita Martín de Portela ML.

Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA). Buenos Aires 23 de Agosto de 2012

- XIII Congreso CYTAL

Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Diseño, Formulación y Desarrollo de Alimentos para adultos mayores

Pellegrino Néstor; Giacomino María Silvia; Rodríguez Viviana; Ferreira Verónica; Apro Nicolás; Pita Martín de Portela María Luz.

Buenos Aires, 19 – 21 Octubre 2011

- ✦ XIII Congreso CYTAL
 Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de los Alimentos
Evaluación biológica de un alimento formulado para ancianos, fortificado con vitaminas AD y E
 Pellegrino Néstor; Dupraz Hernán; Ferreira Verónica; Giacomino María Silvia; Mambrín Cecilia; Apro Nicolás; Zeni Susana; Pita Martín de Portela María Luz.
 Buenos Aires, 19 – 21 Octubre 2011
- ✦ XVIII Congreso Argentino de Nutrición
Formulación y diseño de alimentos para tercera edad
 Pellegrino N; Pita Martín de Portela ML; Rodríguez V; Apro N; Dupraz H; Ferreira V; Giacomino MS, Zeni S.
 Buenos Aires, 10 – 13 Agosto 2011
- ✦ CASLAN - II JORNADAS INTERNACIONALES DE ACTUALIZACIÓN EN NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
Modelo experimental en ratas para evaluar eficiencia biológica de alimentos fortificados con vitaminas A y E
 Pellegrino N; Giacomino MS; Rodríguez V; Ferreira V; Fournier M; Apro N; Pita Martín de Portela ML
 Córdoba, 14 – 15 de Octubre 2010
- ✦ CASLAN - II JORNADAS INTERNACIONALES DE ACTUALIZACIÓN EN NUTRICION Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
Diseño, desarrollo y formulación de alimentos para ancianos
 Pellegrino N; Giacomino MS; Rodríguez V; Ferreira V; Fournier M; Apro N; Pita Martín de Portela ML
 Córdoba, 14 – 15 de Octubre 2010