

FORMULACIÓN Y DISEÑO DE ALIMENTOS PARA TERCERA EDAD

FORMULATION AND DESIGN OF FOODS FOR THE THIRD AGE

NÉSTOR PELLEGRINO¹, MARÍA SILVIA GIACOMINO¹, HERNÁN DUPRAZ²,
VIVIANA RODRIGUEZ¹, VERÓNICA FERREYRA³, NICOLÁS APRO³, SUSANA NOEMÍ ZENI⁴,
MARÍA LUZ PITA MARTÍN DE PORTELA²

1- Cátedra de Bromatología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA;

2- Cátedra de Nutrición, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA;

3- INTI, Cereales y Oleaginosas, Sede 9 de Julio, Buenos Aires;

4- Centro de Osteopatías Hospital de Clínicas, UBA

Enviar la correspondencia a:

Bioquímico Pellegrino Néstor, Cátedra de Bromatología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA. Junín 956, 2° piso, (1113) CABA.

TE: + 114 964 8242/43

Mail: pelle@ffyba.uba.ar

RESUMEN

La población de la tercera edad precisa de alimentos que cubran las necesidades de nutrientes deficitarios.

Objetivos: 1) diseñar y desarrollar un alimento que proporcione, por porción, 30 % de las necesidades de energía, incrementando el aporte de proteínas, ácidos grasos esenciales y vitaminas A, D y E; 2) evaluar el impacto biológico del aporte de vitamina D del producto elaborado, en un modelo experimental.

Materiales y métodos: Se elaboró un budín en una panadería experimental, cuidando las condiciones del proceso y cuyos ingredientes fueron harinas de lino y de soja, semi-desengrasadas, harina de trigo, aceites de maíz y oliva, manteca, huevo, azúcar y una mezcla de vitaminas especialmente formulada. Se determinó: composición centesimal (AOAC), ácidos grasos, vitaminas A y E (HPLC). La evaluación biológica de vitamina D se realizó determinando los incrementos de los valores plasmáticos de 25OH D (RIA). **Resultados:** 1) Una porción de 140 g aporta 27 % de los requerimientos energéticos, 9.4 g de ácidos grasos poliinsaturados (4.5% de las calorías totales, relación $\omega 3/\omega 6$ de 1/7), 38 % de los requerimientos de proteínas, 64% de las Ingestas Recomendadas (IR) de vitamina A y 100 % de D y E. 2) El modelo experimental corroboró la eficiencia biológica de la fortificación con vitamina D. **Conclusiones:** Se logró un alimento agradable, equilibrado, que aportó por porción (140 g) alrededor de 30% de las necesidades de energía (de una mujer de 60 Kg, con baja actividad física) e incrementó la densidad de nutrientes habitualmente deficitarios: proteínas, lípidos, ácidos grasos esenciales y vitaminas A, D y E.

Palabras clave: alimentos, formulación, tercera edad, ácidos grasos esenciales, vitaminas liposolubles

English

Português

FORMULATION AND DESIGN OF FOODS
FOR THE THIRD AGE

SUMMARY

The rising prevalence of chronic diseases in aging populations is a substantial burden for health care systems and social structures.

Objective: Taking into account the recommended dietary intakes and preferences of this vulnerable population group, the objective of this study was: 1) to elaborate a

FORMULAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE
ALIMENTOS PARA TERCEIRA IDADE

RESUMO

A população da terceira idade precisa de alimentos que supram as necessidades de nutrientes deficitários.

Objetivos: 1) Desenhar e desenvolver um alimento que proporcione, por porção, 30% das necessidades de energia, incrementando a contribuição de proteínas, ácidos graxos essenciais e vitaminas A, D, e E; 2) avaliar o impacto

food product which might avoid frequent dietary deficiencies in the elderly, such as energy, proteins, essential fatty acids (EFA) and liposoluble vitamins, and 2) in an experimental model in rats, to assess the biologic efficiency of vitamin D added to the elaborated product. **Materials and methods:** ingredients used were: semi defatted flax flour and soy flour, wheat flour, corn and olive oils, butter, eggs, sugar and a specially formulated vitamin premix. A pudding was elaborated in an experimental bakery. Laboratory determinations were: proximal composition, fatty acids, vitamins A and E. Vitamin D biologic evaluation was carried out in an experimental model of vitamin D depleted rats. **Results:** 1) A serving size of 140 g provides 27% of energy requirements, 38% of protein requirements, 9.4 g of PUFA (4.5% of total calories, with a $\omega 3/\omega 6$ ratio of 1/7), 64% of DRI of vitamin A, and 100% of DRI of vitamins D and E. 2) The experimental model was able to show the biologic efficiency of the fortified product, showing an increase in the vitamin D repletion-depletion values. **Conclusions:** The elaborated product was a nutritionally balanced food that could provide approximately 30% of energy requirements (considering a woman weighing 60 Kg with low physical activity) per serving, and would increase significantly the levels of usually deficient nutrients such as protein, lipids, essential fatty acids and vitamins A, D and E.

Key words

Foods, formulation, elderly, essentials fatty acids, liposoluble vitamins

biológico da contribuição de vitamina D do produto elaborada, em um modelo experimental.

Materiais e métodos: Foi elaborado um bolo em uma padaria experimental, cuidando das condições do processo e cujos ingredientes foram farinhas de linhaça e de soja, semi-desengorduradas, farinha de trigo, óleo de milho e azeite de oliva, manteiga, ovo, açúcar e uma mistura de vitaminas especialmente formulada.

Determinou-se: composição centesimal (AOAC), ácidos graxos, vitaminas A e E (HPLC). A avaliação biológica de vitamina D foi realizada determinando os aumentos dos valores plasmáticos de 25OH D (RIA).

Resultados: 1) Uma porção de 140g aporta 27% das necessidades energéticas, 9,4 g de ácidos graxos poliinsaturados (4,5% das calorias totais, relação $\omega 3/\omega 6$ de 1/7), 38 % das necessidades proteicas, 64% das Ingestões Recomendadas (IR) de vitamina A e 100% de D e E. 2) O modelo experimental constatou a eficiência biológica da fortificação com vitamina D. **Conclusões:** Obteve-se um alimento saboroso, equilibrado, que aportou por porção (140 g) ao redor de 30% das necessidades de energia (de uma mulher de 60 Kg, com baixa atividade física) e aumentou a densidade de nutrientes normalmente deficientes: proteínas, lipídios, ácidos graxos essenciais e vitaminas A,D e E.

Palavras-chave: alimentos, formulação, terceira idade, ácidos graxos essenciais vitaminas liposolúveis.

INTRODUCCIÓN

La población mundial está registrando un profundo cambio, debido al aumento de la expectativa de vida, con un incremento cada vez mayor del porcentaje de población de personas de edad avanzada.¹

La mayoría de los investigadores del área de salud, que han realizado estudios con grupos poblacionales de personas mayores, consideran que los 65 años es un indicador adecuado para señalar el inicio de la vejez.²

Cualquiera sea la definición que se emplee, lo cierto es que a partir de una determinada edad (entre los 60 y 70 años) comienza la senescencia, situación catabólica desde el punto de vista nutricional, con balances negativos de energía y diversos nutrientes.^{3,4,5}

El rápido crecimiento de ese grupo poblacional, de gran vulnerabilidad, constituye una problemática de importancia a nivel mundial, no sólo porque implica una disminución de la fuerza laboral, sino también por el incremento de los gastos en la atención de la salud y en alimentación.⁶

Los procesos de envejecimiento están íntimamente relacionados con la nutrición del individuo que, a su vez, si no cubre las necesidades, agrava la alteración de muchas funciones fisiológicas.⁷ Diversos grupos de investigación (de Europa y USA) están estudiando la relación entre el envejecimiento y el papel de los nutrientes antioxidantes en la prevención de enfermedades relacionadas con la edad, tales como accidentes cardiovasculares, cáncer, cataratas y problemas neurológicos, incluida la demencia senil.^{8,9}

Hasta el momento se ha demostrado que, en la mayoría de los grupos estudiados, 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)^{10,11,12}, y que su administración tiene efecto beneficioso sobre la función inmunológica y una amplia gama de funciones bioquímicas y fisiológicas.

Además, este grupo poblacional presenta importantes modificaciones en el estilo de vida, como disminu-

ción de las actividades físicas y sociales, que contribuyen al incremento del deterioro del estado nutricional. En consecuencia, padece alta probabilidad de cambios degenerativos, sociológicos y psicológicos.

El rápido crecimiento de ese grupo poblacional, de gran vulnerabilidad, constituye una problemática de importancia a nivel mundial, no sólo porque implica una disminución de la fuerza laboral, sino también por el incremento de los gastos en la atención de la salud y en alimentación.⁶

Existen numerosos estudios sobre el deterioro sensorial durante el envejecimiento y la forma en que el mismo afecta a las preferencias por determinados productos, así como el comportamiento respecto a la elección de alimentos, debido a que la agudeza de los sentidos, como el gusto y el olfato, disminuye con la edad.¹³

Las autoridades sanitarias de los países desarrollados están prestando atención creciente para optimizar el estado nutricional de las personas mayores y hacer frente a las enfermedades relacionadas con la alimentación, mediante estrategias que incluyen la fortificación de alimentos de consumo generalizado con objeto de cubrir las necesidades de los nutrientes más deficitarios.

En base a lo dicho anteriormente, este importante grupo de la sociedad demandará alimentos que cubran sus necesidades específicas de nutrientes, que sean de preparación casera o institucional accesible y resulten agradables desde el punto de vista sensorial. 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.^{14,15} A nivel internacional están surgiendo proyectos de vinculación entre la industria alimentaria y centros de investigación y desarrollo, con el objetivo general de diseñar alimentos específicos para las personas mayores, que permitan proporcionar una nutrición equilibrada en ese sector de la población.

En nuestro país, entre 1980 -1985, el porcentaje de personas de más de 60 años era cercano al 13% del total de la población, con una proyección para el año 2020 de 25% de individuos de edad superior a los 60 años.^{16,17} A su vez, en Argentina existen varios trabajos que alertan acerca de la deficiencia de vitaminas A, D y la distorsión de la relación de los ácidos grasos esenciales (AGE) en la dieta de la población general^{18,19} y en la de ancianos institucionalizados en particular.^{20,21,22}

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

OBJETIVOS

- 1) Diseñar y desarrollar un alimento que contemple el mejoramiento nutricional de la dieta de adultos mayores, teniendo en cuenta las preferencias y limitaciones de dicho grupo etario.
- 2) Proporcionar, en una porción de 125-140 g, el 30 % de las necesidades de energía, incrementando el aporte de proteínas y AGE, con una adecuada relación $\omega 3:\omega 6$, y de vitaminas liposolubles, teniendo en cuenta la densidad de dichos nutrientes para cubrir el 100% de las ingestas recomendadas (IR) de vitaminas A, D y E.
- 3) Evaluar el impacto biológico que sobre la vitamina D presenta el producto elaborado a partir de las formulaciones propuestas en un modelo experimental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas: harina de trigo, harina de soja semi-desgrasada (HSSD), harina de lino semi-desgrasada (HLSD), aceite de oliva, aceite de maíz, azúcar, huevo entero, ovoalbúmina.

Diseño de la mezcla de vitaminas para fortificación: la mezcla de vitaminas fue realizada por FORTITECH (Campinas - Brasil), de acuerdo a las cantidades calculadas para alcanzar los objetivos, en relación a la cobertura de las IR de vitaminas A, D y E

Productos elaborados: Se confeccionó un budín tomando como base una receta tradicional e incorporando en la formulación las materias primas seleccionadas en función del aporte de proteínas de elevado valor biológico y AGE.²³

Las preparaciones fueron elaboradas en la panadería experimental de Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) – Sede 9 de Julio, Provincia de Buenos Aires.

Metodología de laboratorio:

La composición centesimal de las materias primas y del budín se determinaron empleando la metodología oficial AOAC²⁴: humedad: secado en estufa a 100°C (AOAC 934.01-17 ed.); cenizas: calcinación en mufla a 600 °C (AOAC 942.05 - 17 ed.); proteínas: método de Kjeldahl (N x 6,25) (AOAC 984.13 - 17 ed.); materia grasa: hidrólisis ácida, empleando como solvente éter

de petróleo (AOAC 954.02 - 17 ed.); fibra dietaria: método enzimático gravimétrico (AOAC 985.29). Los hidratos de carbono digeribles se calcularon por diferencia como:

$$[100 - (\% \text{ carbohidratos} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ grasa} + \% \text{ fibra})]$$

El valor energético (VE) se calculó según los factores de Atwater: 4 Kcal/g para carbohidratos y proteínas y 9 Kcal/g para lípidos.

El perfil de ácidos grasos se determinó por cromatografía gaseosa, previa derivatización según la Norma IRAM 5650 Parte II. Se utilizó un 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 transportador.

La determinación de vitaminas A y E se realizó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).²⁰

La determinación de 25hidroxivitamina D (25OHD) se realizó empleando un método de competición proteica y ligandos radioactivos (Diasorin, Stillwater, MN, USA).

Prueba de eficiencia biológica para vitamina D, en un modelo experimental en ratas.

La evaluación "in vivo" de la eficacia de la formulación se realizó aplicando un modelo de depleción/repleción en ratas Wistar (n=12).^{25,26} Ratas hembras, adultas se aparearon hasta confirmar la preñez y se alimentaron durante gestación y lactancia con dieta libre de vitamina D. Las crías se ajustaron al nacimiento a 8-10/madre y continuaron con la dieta materna hasta los 50 días de edad (período de depleción). Luego, un grupo recibió dieta estandarizada (AIN '93) para roedores que cubre las necesidades de todos los nutrientes durante el crecimiento, aportando 50 mg/Kg de dieta de vitamina D (27); el grupo experimental recibió el budín elaborado hasta los 40 días de repleción. Se extrajo sangre con heparina previa anestesia al finalizar la depleción y la repleción, separando el plasma y determinando los niveles plasmáticos de 25OHD. Los valores de referencia se determinaron en un grupo control alimentado con dieta AIN '93.

El protocolo del trabajo contó con la aprobación del Comité de Ética para la utilización de animales de laboratorio de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos descriptivos se expresaron como promedio ± desvío estándar (DE). Se realizaron análisis de varianza de dos factores (ANOVA) para muestras pareadas y de regresión y correlación simple con un nivel de confianza de 95%.

RESULTADOS

La figura 1 muestra el aspecto del producto elaborado y en la tabla 1 figuran los resultados de su composición.

En la figura 2 se muestran los resultados de los niveles séricos de 25OHD correspondientes a los períodos de depleción y repleción, así como los niveles encontrados en los animales controles. Como se puede observar los animales experimentales alcanzaron niveles séricos de 25OHD ligeramente superiores a los del grupo control, indicativos de la eficiencia del alimento administrado.

El perfil de AG del producto elaborado se muestra en la tabla 2 donde se observa que el producto obtenido presenta una equilibrada distribución de AG saturados, mono insaturados y poli-insaturados con una adecuada relación $\omega 3: \omega 6$.

Aunque aún no se realizó un análisis sensorial con un panel entrenado, la degustación realizada entre el personal de laboratorio le asignó una valoración positiva con amplia aceptabilidad.

FIGURA 1



TABLA 1
Composición de budín y aporte por porción

| | Expresada cada 100 gramos | Expresada por porción de 140 gramos |
|--------------------------------|------------------------------|---|
| Valor energético (Kcal) | 372 | 521 |
| Valor energético (KJ) | 1557 | 2180 |
| | Promedio ± DS | Promedio |
| Humedad (g) | 19,7 ± 0,1 | 27,6 |
| Cenizas (g) | 1,9 ± 0,1 | 2,7 |
| Proteínas (g) | 12,5 ± 0,5 | 17,5 |
| Carbohidratos (g) | 40,6 ± 1,0 | 56,8 |
| Lípidos (g) | 17,8 ± 0,5 | 24,9 |
| Fibra (g) | 7,5 ± 0,7 | 10,5 |
| Vitamina A (µg) | 322 ± 24 | 451 |
| Vitamina E (mg) | 25,8 ± 2,6 | 36 |

FIGURA 2
Niveles séricos de 25 OHD

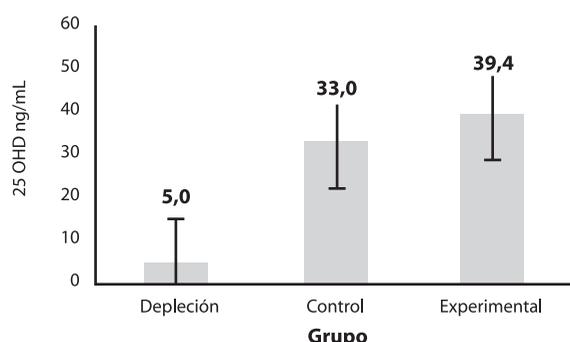


TABLA 2
Distribución del perfil lipídico del budín

| Ácido graso | | % del total de ácidos grasos |
|--|--------|------------------------------|
| Caproico | (6:0) | 0,45 |
| Caprílico | (8:0) | 0,27 |
| Caprílico | (10:0) | 0,58 |
| Láurico | (12:0) | 0,78 |
| Mirístico | (14:0) | 3,24 |
| Palmitico | (16:0) | 15,55 |
| Palmitoleico | (16:1) | 0,65 |
| Margárico | (17:0) | 0,3 |
| Estearico | (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 |
| Ácidos grasos | | |
| Saturados totales | | 27,4 |
| Monoinsaturados totales | | 30,5 |
| Poliinsaturados totales | | 38,2 |
| Relación $\omega 3 : \omega 6$ | | 1:7 |

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que se logró un producto acorde a las premisas planteadas en la cobertura de las IR para los nutrientes de interés.

El diseño de la formulación se realizó teniendo en cuenta la incorporación de los nutrientes necesarios para lograr un alimento equilibrado, de modo tal que una porción razonable del producto (140 g) aportase alrededor de 600 Kcal, que representan 30% de las necesidades de energía para una mujer de 60 Kg que tiene una baja actividad física ($RE = \text{Metabolismo Basal} \times \text{PAL}$ (*Physical Activity level*) = 1900 Kcal/d) (FAO, 2004) ²⁸.

Asimismo, se tuvo en cuenta el incremento de la densidad de nutrientes habitualmente deficitarios: proteínas, lípidos, AGE y vitaminas liposolubles ^{29,30} en base a los siguientes criterios:

Proteínas: Una porción diaria de 140 g de budín aporta 17.8 g de proteínas cuya proporción de los distintos ingredientes es: harina de lino semidesgrasada: 10 %; harina de soja: 44 %; clara de huevo: 25 %; harina de trigo: 21 %. Teniendo en cuenta esa proporción se calculó el valor nutritivo mediante el cálculo del PDCAAS (*protein digestibility corrected amino acids score*) ⁴ que arrojó un valor 100%. Por lo tanto, la cantidad de aportada por la porción de budín representa el 37% de las actuales IR de proteínas. Respecto de esta última se debe recordar que la IR de proteínas mantiene las cifras indicadas por FAO 85 redondeando a 0,8 g/Kg/d. ⁴ En la actualidad se encuentra en discusión si las necesidades de proteínas deberían ser incrementadas en los individuos mayores debido a la existencia de trabajos que indican diferencias en el metabolismo proteico y la utilización de aminoácidos en el músculo entre el adulto joven y el anciano. 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 de ingesta alimentaria y frecuencia de enfermedades.

Lípidos: la porción del alimento diseñado proporciona 24.6 g de lípidos totales que representan el 11,7% de la IR de energía, cifra muy inferior a las recomendaciones de lípidos, que no deben superar el 30% de la ingesta energética total.

Las personas de edad avanzada con alguna deficiencia en nutrientes muestran mayor tendencia a la depresión, inestabilidad emocional, agitación, fatiga e irritabilidad, junto con mayor pérdida de la memoria de hechos recientes. ³¹ 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. ³² Diversos estudios llevados a cabo recientemente procuran establecer las relaciones que puedan existir entre estos con enfermedad de Alzheimer, demencia senil y depresión. ^{33,34}

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 100% de las ingestas aconsejadas, con una relación $\omega 6/\omega 3$ de 7:1 (tabla 3).

Vitamina A: La porción del producto diseñado aporta 65% de las IR de vitamina A para mujeres adultas de acuerdo a las recomendaciones de la *National Academy of Science*, de los Estados Unidos para la población norteamericana (700 Equivalentes de actividad de Retinol). ³⁵ No obstante, si consideramos las IR recomendadas por FAO, ese porcentaje se eleva al 90% (500 Equivalentes de Retinol). ³⁶

Diversos estudios bioquímicos indican problemas nutricionales en individuos institucionalizados, corroborando resultados publicados acerca de la inadecua-

ción de la dieta evaluada mediante el análisis de la ingesta de nutrientes y su relación con el deterioro cognitivo y de la movilidad.³⁷ También alertan acerca de situaciones de deterioro de la función inmunitaria y del riesgo nutricional³⁸ evidenciados mediante el cuestionario *Mini Nutritional Assessment* (MNA).

En un estudio realizado en individuos mayores de 65 años institucionalizados de la ciudad de Lérida (España) se detectaron niveles de retinol sérico francamente deficientes (inferiores a 10 µg/dL ó 0,35 µM/L) e indicativos de riesgo nutricional 10 y 20 µg/dL (0,35 a 0,70 µM/L), en 24,4 % de mujeres.²⁰ Aunque no presentaban signos clínicos de deficiencia, todos los sujetos con valores bajos de retinol sérico presentaban antecedentes de accidentes cerebro-vasculares con secuelas neurológicas.

Los datos de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud, realizada en Argentina entre los años 2004 y 2005¹⁸ revelaron en mujeres de 10 a 49 años un importante déficit de ingesta de vitamina A, debido a los hábitos alimentarios comunes a la mayor parte de la población Argentina. Podemos suponer que el grupo de tercera edad presentaría también ingesta deficiente o marginal de esa vitamina, por mantener los mismos hábitos alimentarios. Por otra parte, la deficiencia marginal de vitamina A en ese grupo se ha comprobado mediante estudios bioquímicos en distintos países.³⁹

La cobertura de los requerimientos de vitamina A es de gran importancia para disminuir la morbi-mortalidad en todas las edades y, en adultos, se ha comprobado su relación con la incidencia de algunos tipos de cáncer. Por consiguiente, el aporte del alimento elaborado contribuiría a mejorar el estado nutricional del grupo poblacional al cual va dirigido con beneficiosos efectos sobre la salud.

Vitamina D: El producto fue diseñado para aportar 100% de las IR de vitamina D de la población mayor de 50 años (51 – 70 años: 15 µg, 600 UI; > 71 años 20 µg, 800 UI (NAS, 2010).

La determinación de colecalciferol presenta grandes dificultades analíticas por la baja cantidad en la que se encuentra, tanto en los alimentos como en el plasma. La vitamina D ingerida más la que deriva de la fotoconversión a nivel de piel, es hidroxilada en el hígado por acción de la 25-hidroxilasa, enzima no regulada. Por ello, la determinación de 25OHD es el indicador específico del estado nutricional respecto de la vitamina D la cual fue utilizada en el presente estudio para la evaluación biológica mediante un modelo experimental en ratas. Los resultados indican que el budín elaborado fue eficiente para incrementar los valores plasmáticos de 25OHD en animales deplecionados (5,3 ng/mL). Por el consumo del producto, los niveles de 25OHD se elevaron hasta niveles similares al de los animales controles (39 ± 12 vs. 33.3 ± 12.2) ng/mL. Dicho incremento en el

grupo experimental corresponde a 0,9 ng/mL de 25OHD por cada 2,5 µg de vitamina D ingerida. Tal valor es similar al obtenido en experiencias clínicas de suplementación, base de la reciente modificación de las IR de vitamina D en el humano.⁴⁰

En Buenos Aires (latitud 34) la irradiación solar, aún en invierno sería suficiente para asegurar niveles plasmáticos adecuados de 25OHD, de existir una exposición solar adecuada. Sin embargo, es poco común que el adulto mayor realice actividades al aire libre o se exponga al sol. Por otra parte, durante el proceso de envejecimiento disminuye el 7 dehidrocolesterol, sustrato presente en la epidermis por el cual la radiación solar sintetiza vitamina D. Este hecho explica los resultados obtenidos en varios trabajos en diferentes zonas de la Argentina que evidencian valores indicativos de inadecuado estado nutricional sobre todo en población adulta mayor, así como un elevado número de sujetos con fracturas previas y que se los relaciona con los bajos niveles de 25OHD.²²

Los alimentos que proveen esta vitamina en cantidades importantes son escasos: huevo y grasa láctea, alimentos de consumo limitado por el adulto mayor como consecuencia de los consejos sobre una baja ingesta para reducir la hipercolesterolemia. Por lo tanto la fortificación representaría el medio más eficaz para prevenir la insuficiencia/deficiencia de vitamina D y el alimento diseñado sería eficiente para corregirla o prevenirla.

El aporte de vitamina E representa más del doble de la IR para el adulto (15 mg de δ-alfa-tocoferol, que incluye los 2-R-estereoisómeros (RRR, RSR, RRS y RSS)). Esa cifra se ha establecido en función de los niveles plasmáticos de tocoferol y de la dosis que previene la hemólisis inducida por peróxidos.⁴¹ Sin embargo, en el adulto, la vitamina E debido a sus funciones anti-oxidantes se la ha relacionado a la prevención de enfermedades degenerativas.¹³ La vitamina E también cumple una importante función antioxidante en el alimento ya que previene la oxidación de los PUFA. Teniendo en cuenta la IR de vitamina E (15 mg) y las recomendaciones sobre el consumo de PUFA (22 g) una relación óptima sería aquella que aporta 0.7 mg de vitamina E/g de PUFA. El alimento desarrollado presenta una relación muy superior (3.8 mg de vitamina E/g PUFA), lo que asegura ejercer una función antioxidante en el individuo.

CONCLUSIONES

El producto diseñado respondió a los objetivos propuestos. Se logró un alimento equilibrado, que aportó por porción (140 g) alrededor de 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.

Los autores agradecen a:

- Cecilia Mambrín y Julia Somozas por la colaboración técnica proporcionada.
- RUMAPEL SRL representante en Argentina de FORTITECH SOUTH AMERICA INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA por la provisión del premix de vitaminas.

Referencias bibliográficas

- 1- Tucker KL, Buranapin S. Nutrition and aging in developing countries. *Journal of Nutrition* 2001; 131(9):2417S-23S.
- 2- Rodríguez Domínguez S, La vejez: historia y actualidad. Ediciones Universidad de Salamanca 1990; pag 90.
- 3- Millward D J, Fereday A, Gibson N and Pacy PJ.. Aging, protein requirements, and protein turnover. *Am J Clin Nutr* 1997; 66:774-86.
- 4- Panel on Macronutrients, Panel on the Definition of Fiber, Subcommittee on Upper Reference Levels of Nutrients, Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Institute of Medicine of the National Academies. *Dietary Reference Intakes, Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids*. The National Academies Press. Washington, DC, 2002.
- 5- Álvarez Hernández J, Gonzalo Montesinos I y Rodríguez Troyano JM. Envejecimiento y nutrición. *Nutr Hosp*. 2011; Supl 4 (3):3-14.
- 6- Nes M, Van Staverent WA, Zajkas G, Inelmen EM, Moreiras O. Euronut-SENECA study on nutrition and the elderly. Validity of the dietary history method in the elderly subjects. *Eur J Clin Nutr*. 1991; 45 (supl 3): 97-104.
- 7- Schneider, M.J "Public health and the aging population". En: Schneider MJ, *Introduction to the Public Health* 2º ed. Ontario: Jones and Bartlett Publishers. 2006.
- 8- González-Gross M. La Nutrición en la Función Mental en la Tercera Edad. *Rev Mult Gerontol* 2000; 10 (2):105-125.
- 9- Samieri C, Feart C, Letennneur L et al. Low plasma eicosapentaenoic acid and depressive symptomatology are independent predictors of dementia risk. *Am J Clin Nutr* 2008; 88: 714–21.
- 10- Nowson C. Nutritional challenges for the elderly. *Nutrition & Dietetics* 2007; 64 (Suppl.4): S150–S155.
- 11- Dawson-Hughes B, Harris A, Krall E & Dallal G. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Eng J Med* 1997; 337: 670–676.
- 12- Munteanu A, Zingg JM, Cellular, molecular and clinical aspects of vitamin E on atherosclerosis prevention. *Molecular Aspects of Medicine* 2007; 28: 538–590.
- 13- Hall G and Wendin K. Sensory design of foods for the elderly. 2008; 52 Suppl 1: 25-8
- 14- Tecnoalimentalia. Nuevos retos en la alimentación de la tercera edad. 2011 <http://tecnoalimentalia.ainia.es/web/tecnoalimentalia/consumidor-y-nuevos-productos/-/articulos/rT64/content/nuevos-retos-en-la-alimentacion-de-la-tercera-edad> Acceso 25 de enero 2012.
- 15- Weimer J, Factors Affecting Nutrient Intake of the Elderly. Food and Rural Economics Division Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. *Agricultural Economic Report No. 769*. 1998.
- 16- INDEC serie análisis demográfico N° 30. 2004 . http://www.indec.gov.ar/nuevaweb/cuadros/2/proyeyestimaciones_1950-2015.pdf Acceso 25 de enero 2012
- 17- Tomatis K. El envejecimiento y la situación de los adultos mayores en Argentina. Situación actual y perspectivas en el siglo XXI. Trabajo final Licenciatura en Economía.. Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Ciencias Económicas. 2004.
- 18- Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Buenos Aires, Argentina. Documento de Resultados. 2007: www.msal.gov.ar
- 19- Silva C, Feliú MS and Slobodianik N. Macronutrients, fiber and cholesterol intake in a group of elderly people. *The FASEB Journal*, 2011; 25:768.2.
- 20- Dupraz H, Rodríguez V, Barahona A, Mónico Pifarré A, Pita Martín de Portela. ML. 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* 2010; 16 :174-80.

- 21- Comparative 25-OH-vitamin D Level In The Institutionalized Women Older Than 65 Years From Two Cities In Spain And Argentina Having Similar Solar Radiation Index. Pita Martin de Portela ML, Mónico A, Barahona A, Dupraz H, Gonzales-Chaves MMS, Zeni SN. *Nutrition* 2010; 26:283-9
- 22- Oliveri B, Plantalech A, Bagur A, Wittich G, et al. High prevalence of vitamin D insufficiency in healthy elderly people living at home in Argentina. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 337-42.
- 23- Cunnane S, Hamadeh MJ, Liede AC, Thompson LU, Wolever Th MS, and Jenkins DJA. Nutritional attributes of flaxseed in healthy young adults. *Am J Clin Nutr* 1995, 61:62-68
- 24- A.O.A.C. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 17th edition. Washington D.C. US Government Printing Office; 2000.
- 25- Bourre JM and Clement M. Kinetics of rat peripheral nerve, forebrain and cerebellum alpha-tocopherol depletion: comparison with different organs. *J Nutr* 1991;121 (8):1204-7.
- 26- Pasatiempo AM, Bowman TA, Taylor CE, and Ross C. Vitamin A depletion and repletion: effects on antibody response to the capsular polysaccharide of *Streptococcus pneumoniae*, type III. *Am J Clin Nutr* 1989; 9:501-10
- 27- 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; 123:1930-51.
- 28- Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Human Energy Requirements. Food and Nutrition Technical Report Series. FAO, 2004.
- 29- Morris MC et al. 2003. Consumption of Fish and n-3 Fatty Acids and Risk of Incident Alzheimer Disease. *Arch Neurol* 2003; 60: 940-6.
- 30- Ferreira da Cunha D, Freire de Carvalho da Cunha S, Del Lama Unamuno R; Vannucci H. Serum levels assessment of vitamin A, E, C, B2 and carotenoids in malnourished and non-malnourished hospitalized elderly patients. *Clinical Nutrition* 2001; 20(2):167-70
- 31- González-Gross M, Marcos A and Pietrzik K. Nutrition and cognitive impairment in the elderly. *British Journal of Nutrition* 2001; 86, 313-21.
- 32- Tiemeier H, Ruud van Tuijl H, Hofman A, Kiliaan AJ, and Breteler MMB. Plasma fatty acid composition and depression are associated in the elderly: the Rotterdam Study. *Am J Clin Nutr* 2003; 78:40-6.
- 33- Freund-Levi Y, Eriksdotter-Jöhagen M, Cederholm T, Basun H et al. ω -3 Fatty Acid Treatment in 174 Patients With Mild to Moderate Alzheimer Disease: OmegaAD Study. *Arch Neurol*. 2006; 63:1402-1408
- 34- Féart 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.
- 35- Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Food and Nutrition Board&Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 2001.
- 36- Human Vitamin and Mineral Requirements, WHO&FAO, Vitamins hidrosolubles and liposolubles Calcium, Magnesium, Iodide, Iron, Selenium, Zinc. Antioxidants. Roma 2002.
- 37- Faci M, Navia B, Perea Sánchez JM, Robles Agudo F, López Sobater AM y Ortega Anta RM. Hábitos alimentarios de un colectivo de ancianos no institucionalizados. Diferencias en función de su estado afectivo. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2003; 9:34-8.
- 38- Vellas B, Guigoz Y, Garry PJ, et al. The Mini Nutritional Assessment (MNA) and Its Use in Grading the Nutritional State of Elderly Patients. 1999; 15:116-22.
- 39- Keep fit for life: meeting the nutritional needs of older persons. Meeting the nutritional needs of older persons World Health Organization 2002.
- 40- Dietary Reference 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 Reference Intakes, Food and Nutrition Board&Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington, D.C, 2000.
- 41- Cruz Manzano E, Céspedes Miranda E, García Piñeiro JC, Sánchez Domínguez E, Paredes Pérez MC y Álvarez Ramírez D. Estado antioxidante e indicadores de daño oxidativo de una población de ancianos de Las Tunas. *Rev Cubana Invest Biomed* 2004; 23(2):92-7.