

UN PÉPTIDO OBTENIDO DEL SUERO DE QUESO PODRÍA AUMENTAR LA BIODISPONIBILIDAD DE CALCIO EN LOS ALIMENTOS



Se define a un alimento como *“toda sustancia natural o procesada que se ingiere con el fin de satisfacer la incorporación de los nutrientes para el mantenimiento de las funciones vitales del organismo”* (ANMAT, 2012). Satisfacer las necesidades nutricionales es la principal función de la dieta, pero en la actualidad los consumidores están más informados e interesados en conocer la relación existente entre la dieta y la salud, así como la importancia de llevar un estilo de vida sano para reducir el riesgo de padecer enfermedades y dolencias, manteniendo el estado de salud y bienestar. Enfermedades como diabetes, cáncer, fallas cardíacas, alergias, osteoporosis, problemas dentales y obesidad están claramente asociadas a los hábitos alimentarios, concernientes tanto a adultos como niños (Illanes & Guerrero, 2016). Los minerales

**Karina G. Loria^(1,2); Ana M.R. Pilosof^(3,4);
María Edith Farías^(2,3)**

¹Becaria de Estudio de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la P. de Buenos Aires, Argentina

²Departamento de Tecnología - Universidad Nacional de Luján. Luján, Argentina.

³Departamento de Industrias - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

⁴TAPROQ-CONICET - Departamento de Industrias - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
efarias@mail.unlu.edu.ar

son sustancias orgánicas requeridas por el cuerpo para una variedad de funciones. Su clasificación desde el punto de vista nutricional se puede efectuar en función de la cantidad en la que se encuentran en el organismo. Se distinguen así los macrominerales -grupo constituido por calcio, sodio, fósforo, potasio, cloruro y magnesio- y los microminerales, que comprenden al yodo, cobre, zinc, hierro, selenio y molibdeno.

LA IMPORTANCIA DEL CALCIO

El calcio del organismo cumple importantes funciones, por ejemplo la constitución de fluidos y tejidos, la regulación cardíaca y la contracción muscular, la conducción neuronal y el mantenimiento de la estructura y calidad de la masa ósea. Además, como componente de los sistemas enzimáticos, es estimulante de la secreción hormonal, la proliferación celular y la coagulación sanguínea (Sánchez, 2011).

El organismo humano adulto contiene entre 850 y 1.500 g de calcio, que representa alrededor del 1,7% del peso corporal. El 98% está localizado en el tejido óseo, formando hidroxapatita junto al fósforo. El 0,5% se encuentra en los dientes y el resto en circulación sanguínea, fluidos y tejidos (Pita Martín de Portela, 2015). Su depósito depende de varios factores, como la

ingesta dietética, la absorción intestinal, la excreción renal y el remodelamiento óseo. El requerimiento de calcio está afectado por diversos factores, como edad, sexo, embarazo, lactancia y enfermedades como la insuficiencia renal, por ejemplo. En la Argentina, el requerimiento recomendado de calcio para la edad entre los 19 y 50 años es de 1.000 mg/día (FAO, 2001). El criterio actualmente utilizado para establecer las necesidades de calcio se basa en alcanzar un adecuado pico de masa ósea (o meseta) de máxima densidad mineral durante la etapa de crecimiento. Luego se mantiene con pocos cambios hasta que, a partir de los 50 años, comienza a declinar (más rápidamente en la mujer que en el hombre) deteriorando la resistencia de los huesos y aumentando el riesgo de fracturas (osteoporosis). Es por ello, que el National Institute of Health (NIH) recomienda una ingesta superior (1.500 mg/día) partir de esa edad (Pita Martín de Portela, 2015). Durante el embarazo se produce un paso activo de calcio de la madre al feto a través de la placenta, ya que es necesario para la formación del esqueleto. Para evitar un desgaste excesivo de las reservas de la madre es imprescindible asegurar un correcto aporte de este mineral en la dieta (1.200

mg/día). Se estima que las necesidades de calcio en la mujer lactante son de unos 1.000 mg/día y en los adolescentes 1.300 mg/día (FAO, 2001).

EL CALCIO EN LOS ALIMENTOS

El calcio es un elemento vital para el organismo y su existencia en el mismo depende exclusivamente del consumo en la dieta. Los principales aportadores son los lácteos: la leche, el yogurt y el queso, que por su elevado contenido de calcio y por su fácil absorción constituyen la principal fuente de este mineral. Otras fuentes de calcio son algunas hortalizas de hoja verde (acelga, espinaca), brócoli, pescados que se consumen con espinas (conservas, cornalitos) y algunas semillas tales como almendras, sésamo, etc. El calcio interacciona fuertemente con los demás componentes de la dieta en el intestino y en consecuencia compuestos como fitatos (presentes en cereales, frijoles y semillas comestibles), oxalatos (presentes en hojas verdes de vegetales, como acelga y espinaca), ácidos grasos de cadena larga, fluoruros, fosfatos y ciertas fibras disminuyen su absorción y reducen la biodisponibilidad por la formación de complejos de calcio insolubles.



CIAL 2016

2º CONGRESO IBEROAMERICANO DE

INGENIERÍA

de los

Alimentos

13 y 14

noviembre de 2016

Hotel Jean Clevers. Punta del Este

Ingeniería de Alimentos: nuevas tendencias y aplicaciones

Sé parte del mayor Congreso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos

COSTOS CONGRESO		
Categorías	Hasta 20/10/16	En Sede
Socios*	U\$S 190	U\$S 230
No Socios	U\$S 240	U\$S 280
Con Convenio**	U\$S 220	U\$S 260
Estudiantes Socios*	U\$S 120	U\$S 150
Estudiantes No Socios	U\$S 190	U\$S 230

Incluye:
 Acceso a Exposición Comercial, Acceso a Sesiones Científicas, Material del Congreso, Coffee Break, Ceremonia de Apertura y Cóctel

* Socios con más de 1 año de antigüedad a la fecha del congreso
 ** Costo especial para Socios de Asociaciones Auspiciantes

Costos especiales para grupos
 por consultas: ciial2016@ciial.org.uy

www.ciial.org.uy
ciial2016@ciial.org.uy - secretaria@imago corporativa.com.uy

 /ciial2016

Organiza: 



Según el Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil (CESNI), consumir un vaso de leche o yogur contiene la misma cantidad de calcio que 300 g de brócoli, 130 g de almendras, 65 g de sardinas, anchoas o cornalitos, o 280 g de sésamo, todos alimentos que son más costosos, de baja biodisponibilidad y difíciles de consumir en esa cantidad.

EL METABOLISMO DEL CALCIO

La digestión es el proceso mediante el cual los alimentos y bebidas se descomponen en sus partes más pequeñas para que el cuerpo pueda absorberlos. La biodisponibilidad de una fuente de calcio es una forma de indicar cuánto de éste se absorbe realmente durante la digestión (Sánchez, 2011). El calcio que está presente en los alimentos que ingerimos se encuentra en forma de sales o combinado con otros nutrientes y necesita de la presencia del ácido clorhídrico del estómago para ser ionizado a Ca^{2+} soluble. El 90% de la absorción ocurre en el intestino delgado (duodeno y yeyuno), pero el nivel de absorción es bajo por varios factores, principalmente porque interacciona con los demás componentes de la dieta formando complejos insolubles. Otro factor es la difícil absorción de cationes divalentes (como el calcio o el magnesio) en la mucosa intestinal y además las sales de calcio en las condiciones del intestino (pH 7 a 8,5) son insolubles (Eckert, Bamdad & Chen, 2014). La absorción de fosfatos es más fácil, salvo cuando la alimentación es muy rica en calcio, formándose fosfatos de calcio insolubles que siguen por el intestino y se elimina con las heces en lugar de ser absorbidos. De hecho del 70 al 80% de calcio de la dieta es excretado con las heces (Jacobo Díaz Portillo, 1997).

La absorción del calcio de la dieta se reduce en la edad avanzada debido a una disminución del ácido gástrico del estómago, necesario para solubilizar las sales de calcio ingeridas con los alimentos. Lo mismo ocurre en individuos que utilizan fármacos antiácidos o que poseen un alto consumo de alcohol, cafeína (mayor a 90 mg/día) y sodio.

EL CALCIO EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS FORTIFICADO

Una dieta variada que contenga calcio asegura el aporte de éste para una buena salud pero, con el fin de mejorar la ingesta de calcio de los consumidores, se ha incrementado el desarrollo de “alimentos fortificados”. Muchos productos alimenticios y bebidas de consumo regular, como jugos de frutas, productos lácteos, alimentos para lactantes y deportistas, son fortificados con calcio. El Código Alimentario Argentino en su capítulo XVII, artículo 1.363, entiende por “Alimentos Fortificados” a aquellos alimentos 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. Para el caso de los minerales, una porción del alimento fortificado deberá aportar entre un 20 a 50% de los Requerimientos Diarios Recomendados (1.000 mg de calcio por día).

UN PÉPTIDO MUY INTERESANTE: EL CASEINOMACROPÉPTIDO

El suero de queso es muy rico en proteínas de buena calidad biológica. Entre estas proteínas se encuentra un fragmento de la κ -caseína llamado caseinomacropéptido (CMP). El CMP contiene 64 aminoácidos y es altamente soluble. Presenta valiosas propiedades bioactivas que lo hacen un ingrediente particularmente útil para aumentar la calidad de diversos productos alimenticios (Tolkach & Kulozik, 2005).

Originalmente, el estudio del CMP se enfocó en su detección, en especial para reconocer la falsificación de leche por el agregado de suero de queso (Thomá, Krause, & Kulozik, 2006) o como seguimiento del proceso enzimático de la coagulación del queso (Coolbear, Elgar, & Ayers, 1996). En la actualidad, las investigaciones se centran principalmente en sus propiedades

bioactivas y en menor medida en sus propiedades funcionales (Kreuz, Krause, & Kulozik, 2009).

Mediante la técnica de dispersión dinámica de luz, hemos caracterizando la auto-asociación (self-assembly) del CMP, la cual se halló dependiente del pH. Los resultados obtenidos permitieron describir por primera vez el fenómeno de auto-asociación del CMP a pH menor a 4,5, que lleva a una gelificación espontánea a temperatura ambiente con el tiempo. Se postuló un modelo para interpretar el comportamiento (Fariás, Martínez & Pilosof, 2010; Martínez, Fariás & Pilosof, 2010). Además, se estudió que el CMP tolera altas concentraciones de calcio aun a pH ácidos (Fariás & Pilosof, 2014), condición relevante para el diseño de un producto gelificado.

Para el desarrollo de nuevos productos alimenticios fortificados con calcio, la solubilidad es un parámetro muy importante. Las sales solubles en agua (cloruro de calcio, citrato de calcio, lactato de calcio y acetato de calcio) utilizadas para fortificar alimentos presentan menor solubilidad a pH neutro o básico, que es el pH del intestino en donde se produce casi la totalidad de la absorción del mineral. Por lo tanto, una menor solubilidad implica una menor biodisponibilidad.

Se han realizado estudios para la utilización de péptidos de cadena corta como ligantes de calcio como medio de suplementación de este mineral (Charoenphun, Cheirsilp, Sirinupong & Youravong, 2013; Eckert *et al.*, 2014; Ferraretto, Signorile, Gravaghi, Fiorilli & Tettamanti, 2001; Phelan, Aherne, FitzGerald & O'Brien, 2009). El principal problema de estos péptidos es la baja proporción obtenida y la dificultad en la separación. La motivación para usar al CMP como péptido quelante de calcio está basada en varios motivos: la importante cantidad de aminoácidos glutamato y aspartato (Meisel & Olieman, 1998), una secuencia de aminoácidos que sería sinérgica (Vavrusova & Skibsted, 2014), la presencia de un grupo fosforilado en Ser (44) (Brody, 2000; Sánchez, 2011), un alto grado de glicosilación donde predomina el ácido siálico (pKa 2,1) que permitiría la interacción con el calcio iónico incluso en condiciones muy ácidas, su elevada carga negativa que le confiere muy alta solubilidad a pH superior a 4,5, sus importantes propiedades biológicas (Brody, 2000) y su abundancia por ser un subproducto de la quesería.

El CMP podría incrementar la biodisponibilidad de los fortificantes de calcio de uso frecuente (cloruro de calcio; lactato de calcio; citrato de calcio; acetato de calcio y carbonato de calcio) cuando estas sales se ingieran junto al CMP por vía oral.



François Frères
TONNELLERIE



CERSA



Henkel
Adhesive
Technologies



Rousselot
a Sobel Company

CENTRO ENOLÓGICO RIVADAVIA S.A.

COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN ARGENTINA Y LATINOAMÉRICA DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA



AB Enzymes
an ABMAURI company



TATE & LYLE
CONSISTENTLY FIRST IN SUSTAINABLE INNOVATIONS

■ MENDOZA

Tels.: 54 (0261) 4932626 / 2666 / 2502 - mendoza@centro-enologico.com
Maza Norte 3237 Gutiérrez (5511) Maipú, Mendoza.

● CERSA atiende directamente las siguientes zonas en Argentina:
Neuquén, San Luis, San Juan, La Rioja, Salta, Tucumán, Catamarca y Jujuy.



AB MAURI



SOLVAY

■ FERMITAN TANINOS

Quebracho, Roble,
Acacia, Uva...



BASF
The Chemical Company



CERSA
IMPORTACIÓN

- Acido Cítrico
- Carbón Activado
- Carbonato e H. de Potasio
- Metabisulfito de Potasio
- Metabisulfito de Sodio
- Sorbato de Potasio

CALIDAD DE PRODUCTO, SERVICIO, SEGURIDAD Y EXPERIENCIA

WWW.CENTROENOLOGICO.COM.AR



Dextrógum
y Levógum
GOMAS ARÁBIGAS

VINTAGE

- Bisulfito de Amonio
- Bisulfito de Potasio



CONCLUSIONES

La fortificación con calcio, si bien se estudia desde hace muchísimos años, sigue siendo un tema de relevancia actual con respecto a su biodisponibilidad. Para incorporar exitosamente las fuentes de calcio es importante tener en cuenta las características fisicoquímicas de éstas y la interacción con los otros componentes de la matriz alimentaria, ya que son determinantes en la biodisponibilidad del calcio. Resulta de gran interés trabajar con un subproducto de la industria láctea de alta abundancia y con importantes propiedades bioactivas como es el CMP.

AGRADECIMIENTOS

A los Departamentos de Tecnología de la Universidad Nacional de Luján, a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de la República Argentina (Proyecto PICT-2014-1402), a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) y al ITAPROQ-CONICET.

BIBLIOGRAFÍA

ANMAT. (2012), from http://www.anmat.gov.ar/Publicaciones/alimentos_funcionales.asp
 Brody, E. P. (2000). Biological activities of bovine glycomacropeptide. *British Journal of Nutrition*, 84(SupplementS1), 39-46. doi: doi:10.1017/S000711450002233 CESNI.
 Coolbear, K. P., Elgar, D. F., & Ayers, J. S. (1996). Profiling of genetic variants of bovine k-casein macropeptide by electrophoretic and chromatographic techniques. *International Dairy Journal*, 6(11-12), 1055-1068.

Charoenphun, N., Cheirsilp, B., Sirinupong, N., & Youravong, W. (2013). Calcium-binding peptides derived from tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein hydrolysate. *Eur Food Res Technol*, 236, 57-63.

Eckert, E., Bamdad, F., & Chen, L. (2014). Metal solubility enhancing peptides derived from barley protein. *Food Chemistry*, 159(0), 498-506. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.061>

FAO. (2001). Human Vitamin and Mineral Requirements, Report 07a. Joint FAO/OMS Expert Consultation. Bangkok, Thailand, .

Farías, M. E., Martínez, M. J., & Pilosof, A. M. R. (2010). Casein glycomacropeptide pH-dependent self-assembly and cold gelation. *International Dairy Journal*, 20, 79-88.

Farías, M. E., & Pilosof, A. M. R. (2014). Influencia de las sales en las nanoestructuras de CMP. *Revista Tecnología y Ciencia* 12 N° 24 Mayo 2014, 193-200.

Ferraretto, A., Signorile, A., Gravaghi, C., Fiorilli, A., & Tettamanti, G. (2001). Casein Phosphopeptides Influence Calcium Uptake by Cultured Human Intestinal HT-29 Tumor Cells. *The journal of Nutrition*, 131 (6), 1655-1661.

Illanes, A., & Guerrero, C. (2016). Chapter 2 - Functional Foods and Feeds: Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics Lactose-Derived Prebiotics (pp. 35-86). San Diego: Academic Press.

Jacobo Díaz Portillo, M. T. F. d. B., Fernando Paredes Salido. (1997). Metabolismo Fosfocálcico. In E. D. d. Santos (Ed.), *Aspectos básicos de bioquímica clínica* (pp. 293). Madrid, España.

Kreub, M., Krause, I., & Kulozik, U. (2009). Influence of glycosylation on foaming properties of bovine caseinomacropeptide. *International Dairy Journal*, 19(12), 715-720.

Martínez, M. J., Farías, M. E., & Pilosof, A. M. R. (2010). The dynamics of heat gelation of casein glycomacropeptide - b-lactoglobulin mixtures as affected by interactions in the aqueous phase. *International Dairy Journal*, 20(9), 580-588.

Meisel, H., & Olieman, C. (1998). Estimation of calcium-binding constants of casein phosphopeptides by capillary zone electrophoresis. *Analytica Chimica Acta*, 372(1-2), 291-297.

Phelan, M., Aherne, A., FitzGerald, R. J., & O'Brien, N. M. (2009). Casein-derived bioactive peptides: Biological effects, industrial uses, safety aspects and regulatory status. *International Dairy Journal*, 19, 643-654.

Pita Martín de Portela, M. L. P. M. d. P. (2015). Calcio Aspectos Nutricionales de Vitaminas y Minerales en el siglo XXI (Primera edición ed., pp. 208-225): Asociación Argentina de Vitaminas y Minerales en el Siglo XXI.

Sánchez, F. E. V. G. M. O. R. M. D. P. C. (2011). El calcio en el desarrollo de alimentos funcionales *Revista Lasallista de Investigación*, 104-116.

Thomä, C., Krause, I., & Kulozik, U. (2006). Precipitation behaviour of caseinomacropeptides and their simultaneous determination with whey proteins by RP-HPLC. *International Dairy Journal*, 16(4), 285-293.

Tolkach, A., & Kulozik, U. (2005). Fractionation of whey proteins and caseinomacropeptide by means of enzymatic crosslinking and membrane separation techniques. *Journal of Food Engineering*, 67(1-2), 13-20.

Vavrusova, M., & Skibsted, L. H. (2014). Calcium nutrition. Bioavailability and fortification. *LWT - Food Science and Technology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.034>. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.034>

EMPRESA ARGENTINA EXPORTADORA DE NUESTROS PRODUCTOS

PREGMA INGENIERIA

Fabricadora de hielo en barra

Fabricadora de hielo en escama

Fabricadora de hielo cilíndrico

Fabricadora de hielo cilíndrico - Hielo en barra - Hielo en Escamas - Conservadoras para hielo - Cámaras frigoríficas - Paneles y equipamientos - Hidrocoolers por inmersión - Sistema de ósmosis inversa - Procesado de espárragos - Lavadoras y llenadoras de bidones automáticas y semi-automáticas

CE

DNV

Fábrica: Solis N°10343 (7600)
 Mar del Plata - Bs. As. - Argentina
 Tel./Fax: (54 0223) 4656777/4108823
 miguelgarcia@pregma.com.ar - www.pregma.com.ar