

Contenido de calcio, fósforo y magnesio de la semilla de almendrón (*Terminalia catappa* Linn)

MIRIAM GONZÁLEZ-MENDOZA • CARMEN JANETH MORA • JAURI VILLARROEL Y MIGUEL MENDOZA

Departamento de Nutrición y Alimentación. Escuela de Nutrición y Dietética Facultad de Medicina.
Universidad de los Andes. E-mail: mgonzalez@ula.ve

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el contenido de calcio, fósforo, magnesio y las relaciones molares Ca/P y Ca/Mg presentes en la semilla del almendrón (*Terminalia catappa* Linn) recolectada en diferentes localidades de la ciudad de Mérida. El contenido promedio (mg/100g muestra) de calcio ($162,20 \pm 0,16$), fósforo ($287,68 \pm 0,16$) y magnesio ($286,94 \pm 0,24$), muestra que esta semilla podría ser una buena fuente de minerales asociados con la formación ósea. Las relaciones molares Ca/P de 0,44 y Ca/Mg de 0,34, sugieren que estos minerales pueden contribuir a promover la mineralización ósea. Por esta razón, el consumo de la semilla del almendrón pudiera ser considerado una fuente nutricional de aporte de estos minerales a la salud humana, lo cual deberá ser estudiado, investigado y experimentado en humanos y en animales.

Palabras clave: *terminalia catappa* Linn, calcio, fósforo, magnesio y mineralización ósea.

 CONTENT OF CALCIUM, PHOSPHORUS AND MAGNESIUM IN THE ALMENDRÓN'S SEED
 (TERMINALIA CATAPPA LINN)

ABSTRACT

The goal of this research was to determine the content of calcium, phosphorus, magnesium and the relation Ca/P and Ca/Mg present in the almendrón's seed (*Terminalia catappa* Linn) gathered in different localities of the city of Mérida. The average content (mg/100g) of calcium ($162,20 \pm 0,16$), phosphorus ($287,68 \pm 0,16$) and magnesium ($286,94 \pm 0,24$) respectively, shows that this seed could be a good source of minerals associated with the bone formation. The molar mass relationship to Ca/P was 0,44 and Ca/Mg 0,34, suggests that these minerals can help to promote the bone mineralization. For this reason, the consumption of the almendrón's seed could be considered a nutritional source of these minerals in order to promote good health, which should to be studied, researched, and experimented in humans and animals.

Key words: *Terminalia catappa* Linn, calcium, phosphorus, magnesium and mineralización bone.

Introducción

El almendrón (*Terminalia catappa* Linn), que pertenece a la familia de las combretáceas es un árbol frondoso muy común en nuestro país, cuyo fruto contiene una semilla comestible de sabor agradable. La *Terminalia catappa* Linn también es conocida como almendro de la India, su fruto ha sido poco estudiado desde el punto de vista nutricional. No obstante, investigaciones recientes señalan que debido a la composición de nutrientes, es posible el aprovechamiento de esta semilla en la industria, incluyendo la elaboración de alimentos concentrados para la alimentación animal (1). Los tratamientos tecnológicos como la torrefacción y calor húmedo, no alteran significativamente el contenido de proteína cruda, grasa, cenizas e hidratos de carbono presentes en la semilla del almendrón. Sin embargo, es importante señalar que estos tratamientos influyen en el contenido mineral, así tenemos que el tostado aumenta la concentración del potasio, fósforo, cobre y yodo, y disminuye el magnesio, calcio, cinc y hierro, mientras que el calor húmedo aumenta el selenio y el sodio y disminuye

el potasio, magnesio y calcio (2). Al estudiar el efecto del consumo de alimentos con pardeamiento producto de la reacción de Maillard sobre la digestibilidad del magnesio, se observó que a largo plazo la ingesta de estos alimentos podría dar lugar a alteraciones de los huesos, contribuyendo así con el desarrollo y avance de enfermedades óseas degenerativas asociadas con el envejecimiento (3). Otras investigaciones señalan que la semilla del almendrón es un fruto seco que contiene proteínas, grasas y carbohidratos en proporciones adecuadas, para ser considerada como una alternativa de nutrientes de origen vegetal (4), que mezclada con cereales podría ser utilizada en la dieta de individuos con desnutrición calórico-proteica. Se han reportado elevados índices de malnutrición por déficit en la ingesta de calorías y proteínas, condición que influye en el desarrollo craneofacial y en la aparición de enfermedades infecciosas en la cavidad bucal. Por ello, los alimentos son la vía más expedita para obtener minerales como el calcio, el fósforo y el magnesio, imprescindibles en formación de estos elementos óseos. Las intervenciones en humanos, los estudios epidemiológicos y los estudios con

animales evidencian los efectos de la nutrición en el desarrollo dental, así como de la malnutrición por deficiencia en la ingesta de alimentos, al agravar las enfermedades del periodonto y las infecciones orales (5). Estudios previos señalan que los niños desnutridos presentan disminución en la calidad y textura del tejido dental, mayor incidencia de caries, maloclusión, secuencia de erupción alterada y dientes malformados (6). Por otra parte, las investigaciones en niños y adolescentes (7), mostraron que la fracción de absorción del calcio alcanza solo el 35%, resultado que nos alerta en cuanto al contenido mineral de las dietas que consume este grupo etáreo. Con respecto a la salud oral, la nutrición condiciona el desarrollo y mantenimiento de los dientes y encías. La buena nutrición conlleva una ingesta adecuada de macronutrientes como las proteínas y de micronutrientes, entre estos últimos los minerales calcio, fósforo y magnesio, que en proporciones adecuadas juegan un papel muy importante en el desarrollo dentario. En investigaciones con niños sanos (8) se encontró que los niveles de proteínas y algunos elementos orgánicos (Ca, Cl y P) de la saliva, excepto el magnesio que disminuyó, aumentaron linealmente con la superficie total de la caries. Otros autores al estudiar la asociación entre algunos factores salivales y la salud oral de escolares rurales de Córdoba-Argentina, observaron que la condición de enfermedad cariiosa se explica mejor por la concentración de proteínas, de calcio y fósforo y la relación molar Ca/P (9). Así mismo, los estudios en escolares (varones y hembras) rurales con edades comprendidas entre 5 a 14 años de Cruz del Eje -Argentina (10), ponen en evidencia que los niveles de fósforo y calcio y la relación molar calcio/fósforo podrían ser considerados factores de riesgo para el desarrollo de caries en la población estudiada. Investigaciones conducidas para caracterizar la estructura de la dentina afectada por la caries en tres grupos de dientes, muestran que la relación molar calcio/fósforo es menor en los dientes con dentina libre de caries químicamente desmineralizada (11).

Por otra parte, los estudios en animales de experimentación muestran que las concentraciones de calcio, fósforo, magnesio y las relaciones cal-

cio/fósforo y calcio/ magnesio son importantes en los procesos de mineralización ósea. Las investigaciones realizadas en ratones muestran que la relación dietética calcio/fósforo regula la mineralización y el recambio óseo, porque afecta el transporte intestinal del calcio y del fósforo (12). También ha sido señalado que en las ratas hembras adultas alimentadas con altas concentraciones de fósforo, se redujo la absorción del calcio (13). Igualmente, se presentan resultados de otras investigaciones de ratas alimentadas con dietas altas en fósforo (1,2 o 1,5 %), donde se observa un balance negativo del fósforo y un aumento de las concentraciones de la hormona paratiroidea y de la vitamina D (14). Además, fue mencionado que la alta proporción del fósforo dietético inhibió la expresión genética del mRNA del transportador de fosfato dependiente de sodio y proteína en la membrana renal del borde en cepillo.

Los estudios epidemiológicos y las investigaciones realizadas en animales de experimentación, demuestran los efectos de la nutrición en el desarrollo dental y las secuelas de la malnutrición por déficit, al agravar las enfermedades del periodonto y las infecciones orales. Por ello, tomando en consideración la influencia que tiene en el desarrollo dental la ingesta de una dieta adecuada en micronutrientes como los minerales, en el presente trabajo de tipo descriptivo se determinó el contenido de calcio, fósforo y magnesio de la semilla del almendrán y se relacionó con los valores encontrados para calcio, fósforo y magnesio en otros frutos secos, como las almendras, el maní y la nuez de Brasil publicados por el INN (Venezuela). Esto debido a nuestro conocimiento de que en la literatura publicada en los diferentes buscadores (MEDLINE, Index Medicus, Current Contents y otros) no existen datos en relación con el contenido de estos elementos en la semilla del almendrán. Simultáneamente se verificó si las relaciones calcio/fósforo y calcio/magnesio en esta semilla, son las adecuadas para mantener el equilibrio mineral, condición que ha sido descrita como un factor que potencia los procesos de mineralización ósea.

Material y métodos

Se recolectaron frutos secos enteros en Santa Elena, Santa Juana y Plaza Bolívar de La Parroquia en la ciudad de Mérida (800 gramos en cada sector), se empaquetaron en bolsas plásticas y se trasladaron al laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela de Nutrición y Dietética-ULA para su análisis. La preparación de las semillas para obtener la muestra de cenizas, se inició con el pelado manual del fruto; el mesocarpio fue retirado utilizando un cuchillo de acero inoxidable y el endocarpio pétreo se rompió empleando un martillo metálico, luego se extrajo cuidadosamente la semilla (60 gramos por sector), cuyo peso promedio fue de 0,15 gramos. Las semillas fueron pulverizadas utilizando un molinillo eléctrico de moler café (Oster), provisto de cuchillas de acero inoxidable que proporciona un tamaño de partícula muy fina, que facilita el proceso de carbonización. Las semillas pulverizadas se guardaron en frascos secos herméticamente cerrados hasta su análisis.

Metodología analítica

- **OBTENCIÓN DE CENIZAS.** La ceniza producto de la carbonización e incineración de la materia orgánica, contiene elementos inorgánicos, entre ellos, el calcio, el fósforo y el magnesio. Para preparar la muestra de ceniza se tomaron cinco gramos de la semilla pulverizada y se sometieron a calentamiento hasta su total carbonización, luego se llevó a una mufla a temperaturas entre 500-550 °C hasta obtener las cenizas.

- **DETERMINACIÓN DE LOS MINERALES.** Las muestras de cenizas (100 mg) fueron tratadas con ácido clorhídrico concentrado (para análisis), luego se filtraron y se diluyeron con agua bidestilada y desionizada hasta completar un volumen de 50 mL, a partir del cual se prepararon las diluciones correspondientes. Simultáneamente se elaboró una curva estándar con patrones con sales de alta pureza (p.a.) de la casa Sigma para la determinación de los cationes: Ca y Mg (Porcentaje de absorción vs. Concentración en ppm). La determinación

de calcio y magnesio se realizó siguiendo el método de espectrofotometría de absorción atómica mediante la utilización de un espectrofotómetro Perkin Elmer modelo 3110, recomendado por la AOAC (15). El fósforo se cuantificó siguiendo los métodos oficiales (15), utilizando un espectrofotómetro (UV-V) Perkin Elmer Lambda 3B. Los resultados se expresan en miligramos de mineral por cien gramos de muestra húmeda (mg/100g).

- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.** El contenido de calcio, fósforo y magnesio se determinó por octuplicado. A los fines de establecer relaciones del contenido de estos minerales en la semilla del almendrón con otros frutos secos, se tomaron como referencia los datos publicados por el INN (16) para la almendra, el maní tostado, el merey y la nuez de Brasil. Los resultados se presentan como valores promedio, más o menos desviación estándar ($X \pm DE$).

Resultados y discusiones

Los frutos secos, como las almendras (17), se consideran uno de los alimentos de origen vegetal con mayor cantidad de minerales como el calcio, el fósforo y el magnesio (266, 520 y 296 mg/100g respectivamente). Estudios realizados en Venezuela por el Instituto Nacional de Nutrición (16), indican que el contenido de calcio de algunos frutos secos, entre ellos la almendra, el maní tostado, el merey y la nuez de Brasil es de 254, 36, 38 y 150 mg/100g de muestra respectivamente. Los resultados de esta investigación señalan que la semilla del almendrón contiene nivel promedio de calcio (162,2 mg/100g de muestra) solo superados por el encontrado para las almendras (Tabla 1), lo cual sugiere que esta semilla podría ser una buena fuente de calcio para individuos con malnutrición por déficit.

En cuanto a los niveles promedio de fósforo encontramos que en la semilla del almendrón, la concentración de este mineral es menor (287,68 mg/100g) con relación a lo informado para almendras, maní tostado, merey y nuez de Brasil (475, 415, 497 y 814 mg/100g respectivamente), situación que redundará en beneficio de la salud, dado

que el consumo de alimentos con elevada cantidad de fósforo, induce la aparición de un hiperparatiroidismo secundario, con alteración concomitante en el metabolismo óseo y en la homeostasis del Ca y del P, lo cual constituye un factor de riesgo para el desarrollo de diversos procesos patológicos.

Tabla 1. Niveles promedio de calcio, fósforo y magnesio (mg/100 g) presentes en la semilla del almendrán (*Terminalia catappa* Linn) y otros frutos secos

Fruto	Calcio	Fósforo	Magnesio
Almendrán	162,2	287,68	286,94
(<i>Terminalia catappa</i> Linn)	±0,16	± 0,16	± 0,24
± DE			
* Almendras	254	475	170
* Maní tostado	36	415	160
* Merey	38	497	267
* Nuez de Brasil	150	814	160

= Promedio DE = Desviación estándar

* Fuente: INN. Tabla de Composición de Alimentos (1999).

Los valores de magnesio de la semilla del almendrán son mayores con respecto a los frutos secos antes mencionados (Tabla 1), razón para que esta semilla pueda considerarse como una fuente alterna de este mineral, que está asociado con el mantenimiento de la integridad del tejido óseo, tal como fue evidenciado por estudios realizados (18) donde se evaluó el efecto de la suplementación con magnesio dietético sobre la pérdida de hueso en ratas alimentadas con una dieta alta en fósforo, encontrándose que el incremento del fósforo dietético (1,5 %) provoca un aumento significativo en las concentraciones séricas de osteocalcina y del teplopéptido C-terminal del Colágeno tipo I, marcadores del recambio óseo. No obstante, el enriquecimiento con magnesio suprimió la resorción ósea en estos animales.

La relación calcio/fósforo presente en el almendrán, almendras, maní tostado, merey y nuez de Brasil (Tabla 2), muestra que en el almendrán (Valor de 0,44) esta relación es mayor con respecto a estos frutos, considerados como los alimentos de origen vegetal con mayor contenido de los minerales involucrados en la formación de tejido

óseo, de allí la importancia de consumirlos periódicamente a los fines de mantener la homeostasis mineral. Con respecto a la relación calcio/magnesio, se observa que los frutos secos como la almendra, la nuez de Brasil y la semilla del almendrán, son los que presentan mayores valores con respecto al merey y el maní tostado, sugiriendo que la semilla del almendrán podría formar parte de ese privilegiado grupo de alimentos, que consumidos regularmente en cantidades apropiadas puede contribuir con el proceso de mineralización ósea, por lo que se requiere desarrollar proyectos en los cuales se evalué el efecto del consumo de la semilla del almendrán en el desarrollo dental de animales de experimentación.

Tabla 2. Relación molar calcio/fósforo y calcio/magnesio en la semilla del almendrán (*Terminalia catappa* Linn) y otros frutos secos

Fruto	Ca/ P	Ca/Mg
Almendrán (<i>Terminalia catappa</i> Linn)	0,44	0,34
*Almendra	0,41	0,91
*Maní tostado	0,06	0,13
*Merey	0,05	0,08
*Nuez de Brasil	0,14	0,57

* Fuente: INN. Tabla de Composición de Alimentos (1999).

Conclusiones y recomendaciones

La semilla del almendrán contiene calcio en cantidades que solo son superadas en las almendras.

El contenido de fósforo presente en la semilla del almendrán, es menor al informado para las almendras, el maní tostado, el merey y la nuez de Brasil.

La cantidad de magnesio presente en la semilla del almendrán es mayor con respecto a los frutos secos antes mencionados.

El contenido mineral y las relaciones calcio/fósforo y calcio/magnesio de la semilla del almendrán, sugieren que su consumo en cantidades apropiadas, podría contribuir a mantener el equilibrio mineral que promueve la mineralización de los huesos y de los dientes.

Referencias

1. Arrázola G, Buevas H, Arrieta Y. Aprovechamiento de las características nutricionales del almendro de la India (*Terminalia catappa L.*) como suplemento en la alimentación animal. Rev MVZ Córdoba 2008; 13(1): 1205-1214.
2. Ezeokonkwo C. Comparative effects of dry- and moist-heating treatments on the biochemical characteristics of *Terminalia catappa L.* seed. Food Science and Technology International 2007; 13(2): 165-171.
3. Delgado-Andrade C, Seiquer I, Navarro M. Effects of consumption of Maillard reaction products on magnesium digestibility and tissue distribution in rats Food Science and Technology International 2007; 13(2): 109-115.
4. González-Mendoza M, Mendoza F, Mora C J, Mendoza M, Márquez JL y Bravo M. Valor nutricional de la semilla del almendrón (*Terminalia catappa Linn.*). Revista De la Facultad De Farmacia 2005; 47(1): 25-29.
5. Boyd L, Lampi K. Importance of nutrition for optimum health of the periodontium. J Contemp Dental Pract 2001; 2(2): 36-45.
6. Julien M. Nutrition. Its Role in dental training and practice. J Can Dent Assoc 2000; 66: 97-9.
7. Miller J, Smith D, Flora L. Calcium absorption in children estimated from single and double stable calcium isotope techniques. Clin Chim Acta 1989; 183: 107-113.
8. Kargül B, Yarat A, Tanboga I, Emekli N. Salivary protein and some inorganic element levels in healthy children and their relationship to caries. J Marmara Univ Dent Fac 1994; 2(1): 434-440.
8. Malberti A, Brunotto M, Gait M, Crosa M, Hilas E, Cornejo L. Oral health and salivary factors in rural schoolchildren. Acta Odontol Latinoam 2004; 17(1-2): 29-38.
10. Cornejo L, Brunotto M, Hilas E. Factores salivales asociados a prevalencia e incremento de caries dental en escolares rurales. Rev. Saude Pública 2008; 42(1): 19-25.
11. Hashemi Z, Oshida Y, Delhi J y Ki Y. Ca/P mol ratio of caries-affected dentin structures. Biomed Mater Enq 2005; 15(4): 251-260.
12. Masuyama R, Nakayama Y, Katsumata S, Kajita Y, Uehara M, Tanaka S y col. Dietary calcium and phosphorus ratio regulates bone mineralization and turnover in vitamin D receptor knockout mice by affecting intestinal calcium and phosphorus absorption. J Bone Miner Res. 2003; 18(7): 1217-1226.
13. Koshihara M, Katsumata S, Uehara M, Suzuki K. Effect dietary phosphorus intake on bone mineralization and calcium absorption in adult female rats. Biotechnol Biochem 2005; 69(5): 1025-1028.
14. Tani Y, Sato T, Yamanaka-Okumura H, Yamamoto H, Arai H Sawada N y col. Effects of prolonged high phosphorus diet on phosphorus and calcium in rats. J. Clin. Biochem. Nutr 2007; 40(3): 221-228.
15. AOAC. Association of officinal analytical chemists. Official methods analysis (16^h ed.). Washington, DC. USA. 1990.
16. INN. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Serie de cuadernos azules. Publicación N° 52. Venezuela. 1999.
17. Sola R, Godas G, Sola S y Masana Ll. Efectos de los frutos secos sobre las enfermedades cardiovasculares. Form Contin Nutr Obs 2002; 5(4): 194-202.
18. Katsumata S, Matsuzaki H, Uehara M, Suzuki K. Effect of dietary magnesium supplementation on bone loss in rats fed a high phosphorus diet. Magnes Res 2005; 18(2): 91-96.